

УДК 004.9

ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ R КАК СРЕДСТВО ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ КАЧЕСТВА

Голубкова И.В.

Пензенский государственный технологический университет, Россия, Пенза

e-mail: ilonna1990@mail.ru

В статье рассматриваются возможности построения и анализа контрольной карты с помощью языка программирования R на примере поточного производства свечей.

Ключевые слова: контрольная карта, R, критерии, особые причины.

THE R PROGRAMMING LANGUAGE AS A TOOL FOR BUILDING AND ANALYZING QUALITY CONTROL MAPS

Golubkova I. V.

Penza state technological University, Russia, Penza

e-mail: ilonna1990@mail.ru

The article discusses the possibilities of constructing and analyzing a control map using the R programming language on the example of the production line of candles.

Keywords: control card, R, criteria, special reasons.

Введение. Для обеспечения контроля качества при поточном производстве возможно применение такого инструмента как контрольные карты Шухарта. Данные карты представляют собой временные ряды статистических характеристик или первичных данных измерений параметров изделия. Анализ контрольной карты позволяет выявить является ли процесс стабильным (поддается контролю). В случае выявления стабильности процесса никаких изменений в управлении процессом не требуется. Если же данный процесс не поддается контролю, необходимо определить источник изменений.

Материалы и методы. Рассмотрим в качестве примера дефекты, возникающие при производстве восковых свечей. Одной из проблем является изменение ширины свечи. Из-за этого нарушается соотношение между диаметром фитиля и диаметром свечи. Если ширина свечи меньше необходимой, то слишком большой фитиль не сможет поглощать воск с достаточной для горения скоростью, что станет причиной дымления и копоти. Если же ширина свечи больше необходимой, то из-за слишком маленького фитиля в центре свечи начнет образовываться выемка, которая превратится в трубу и пройдет через всю свечу. Данные дефекты не всегда могут быть выявлены по наружным признакам.

Снижение качества продукции может возникать из-за изменения температуры формования, скорости формования, плохой очистки форм. К тому же нельзя исключать и материальный износ оборудования. Все это может внести изменения в параметры тренда контролируемой количественной характеристики продукции. То есть формируемый временной ряд может характеризоваться переменной структурой, изменения которой могут протекать достаточно быстро, в течение анализируемого отрезка временного ряда.

Основная часть. Построение и анализ контрольной карты характеризуется формированием дискретизированного временного ряда и проверкой свойств текущего (скользящего) короткого участка этого ряда. Рассмотрим контроль качества продукции на примере среднего значения и размаха ширины свечей [3].

Язык программирования R позволяет проводить статистическую обработку данных и работать с графикой. Для построения контрольной карты применяется функция «Quality Control Charts for 'ggplot'» (ggQC). С ее помощью можно построить два вида контрольных карт XmR и XbarR.

В данном примере рассматривается диаграмма XbarR, так как она позволяет проводить мониторинг при непрерывном процессе с течением времени. То есть данная диаграмма подходит для отслеживания производства (деталей, сходящих с конвейера, формованных деталей, производимых по несколько раз в течение нескольких циклов, однородность партии непрерывно производимого химического вещества и т.д.).

Построить контрольную карту с помощью с помощью ggQC довольно просто. За исходные данные возьмем поточную линию производства свечей. Свечи сформированы с использованием прессформы, которая производит 4 блока в один цикл. Каждый цикл занимает час, в течение 24 часов процесс даст 96 свечей. Отслеживаемый параметр – ширина свечи. С помощью функции ggQC и ggplot строится контрольная карта (рисунок 1).

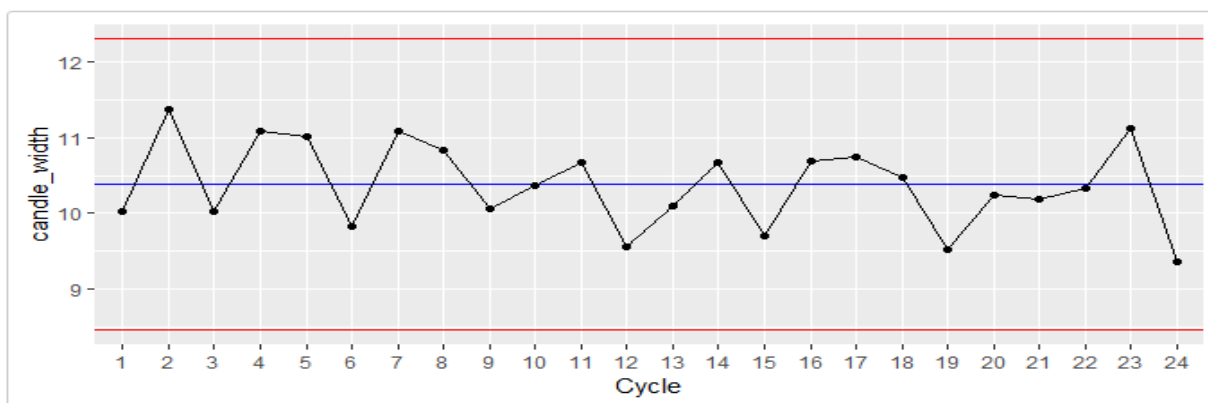


Рисунок 1 – Построение XbarR-карты на языке программирования R

Данные поддаются контролю, но для удобства стоит отметить на контрольной карте центральную линию и контрольные пределы (рисунок 2).

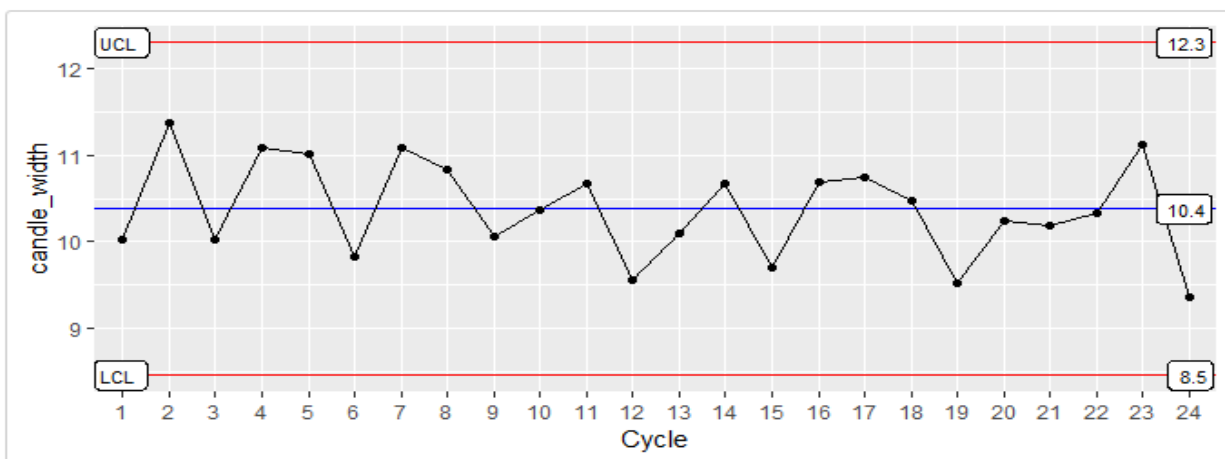


Рисунок 2 – Обозначение на контрольной карте контрольных пределов

Данные находятся в контрольных пределах, но что бы получить представление о последовательности процесса этого не достаточно. Необходимо построить диаграмму R-Bar (рисунок 3).

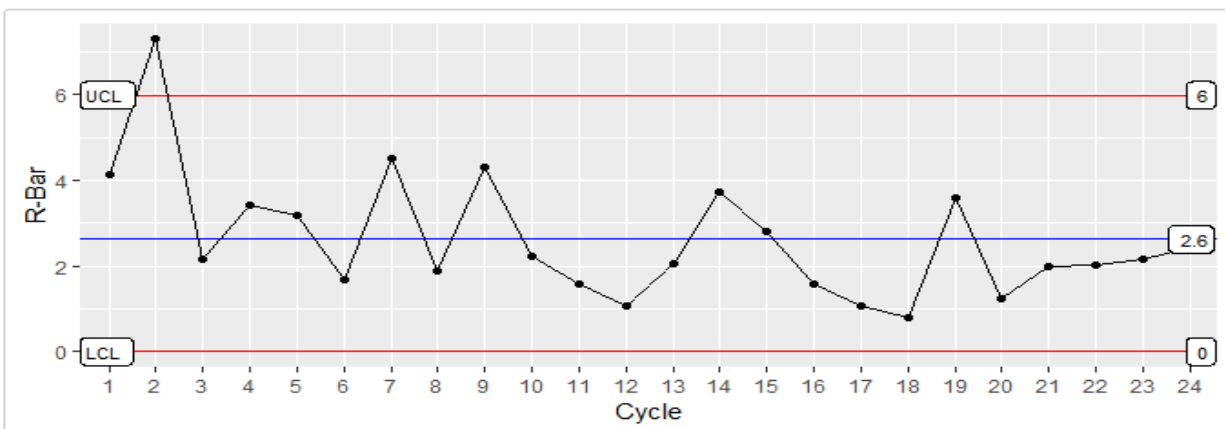


Рисунок 3 – Построение R-Bar карты на языке программирования R

R-Bar карта показывает, что второй цикл был более непоследовательным, чем обычно. В результате некоторые из свечей получились слишком широкими и поступили жалобы от клиентов. Для выяснения причин необходимо обозначить людей на участке и естественные пределы контроля (рисунок 4).

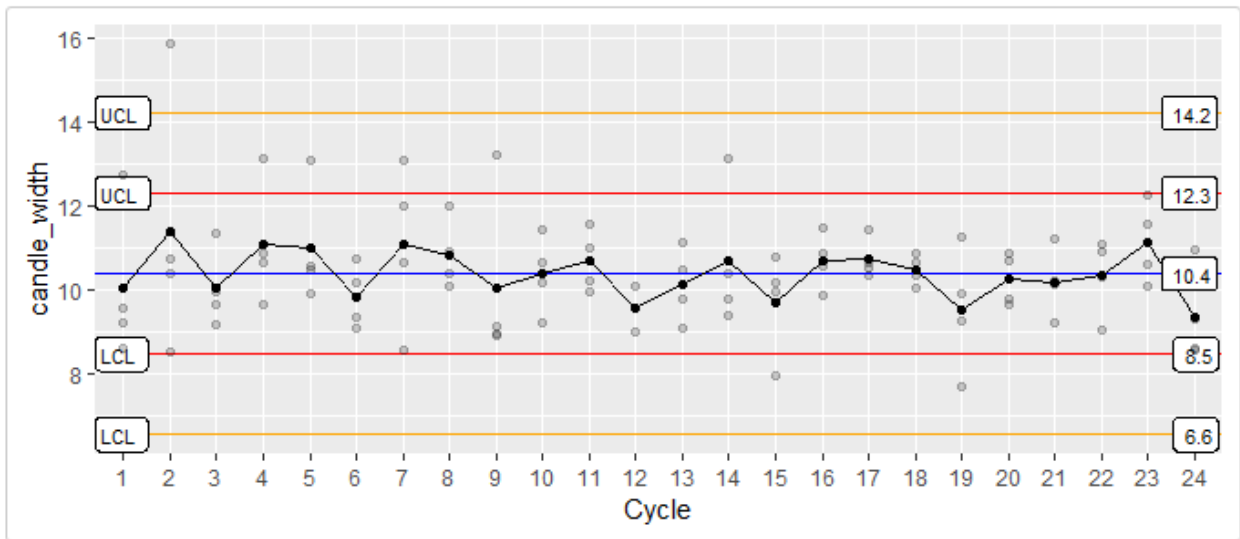


Рисунок 4 – Обозначение на контрольной карте людей на участке и естественных пределов контроля

На контрольной карте можно заметить, что ширина многих свечей более 13 единиц. Чтобы разобраться в причинах изучим данные в зависимости от различных блоков в форме (рисунок 5).

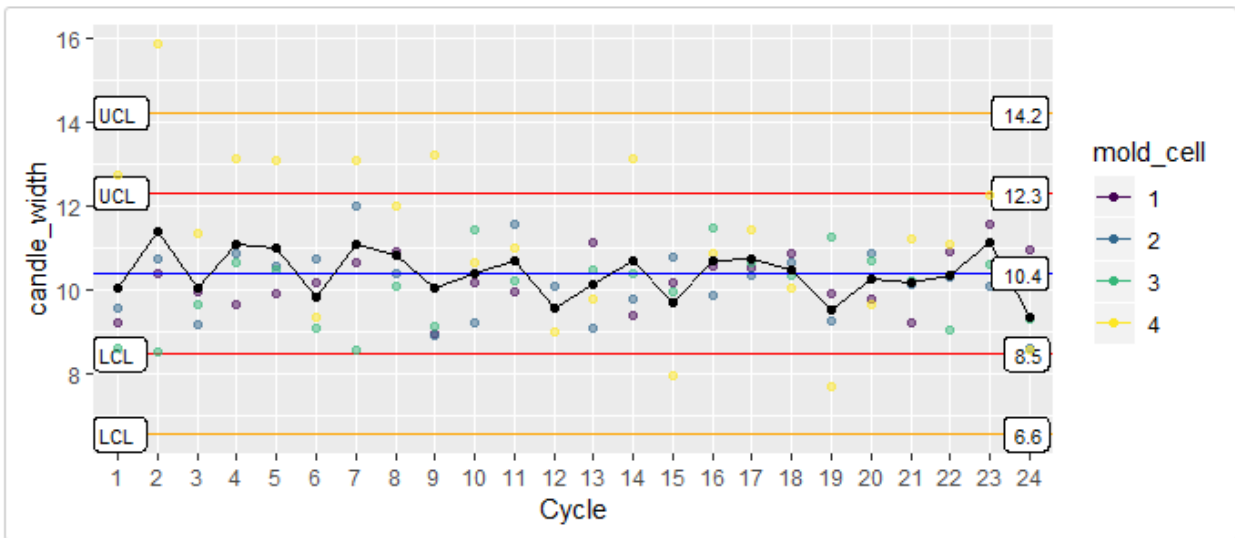


Рисунок 5 – Обозначение блоков формы на контрольной карте

Как видно из рисунка 5 блок 4 выглядит немного подозрительно, так как его показания выходят за контрольные пределы. Для более детального анализа построим диаграмму XmR для каждого блока (рисунок 6).

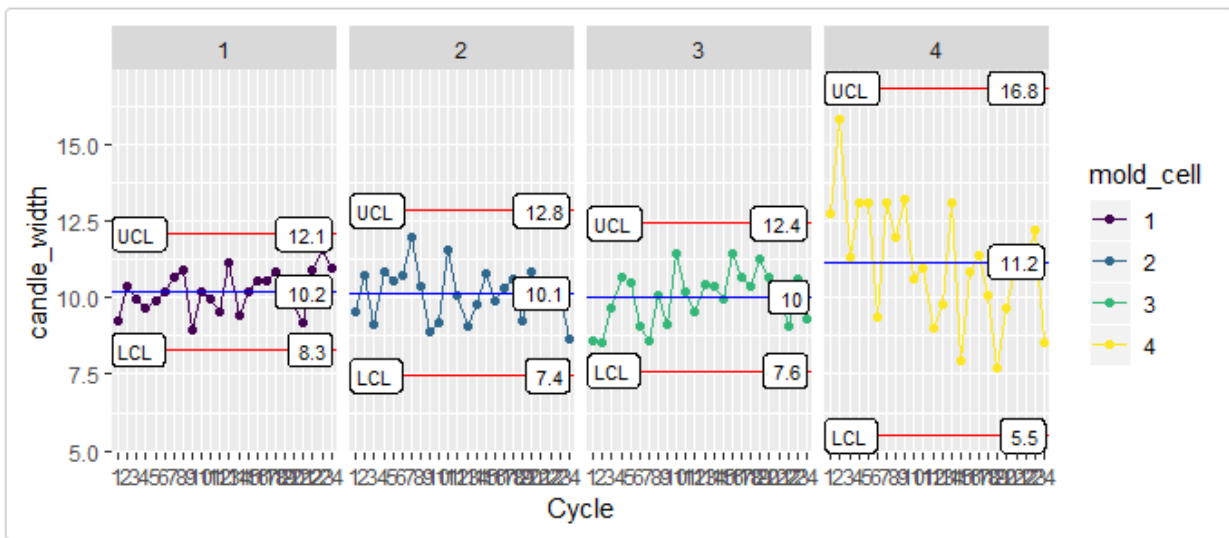


Рисунок 6 – Построение XmR диаграмм для каждого блока формы

Построение диаграмм для каждого блока формы подтверждает наши догадки о том, что блок 4 выходит за предела контроля. Именно в нем свечи получают слишком широкими, поэтому его необходимо заменить.

В отечественной практике также широко применяются контрольные карты для контроля и анализа процессов на различных производствах. Методику их анализа содержит ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015. Если в контрольной карте наблюдается управляемость процесса и положение точек не указывает на ее возможную потерю, то эти контрольные границы должны быть приняты для дальнейшего непрерывного мониторинга процесса. Но со временем контрольные пределы все же стоит пересматривать, если является целесообразным или при изменениях в процессе.

Если же контрольная карта указывает на наличие особой причины изменчивости процесса и если выявлена эта особая причина, устранение которой потребует существенных изменений процесса, то для восстановления управляемого состояния процесса может потребоваться процедура идентификации/перерасчета карты в соответствии типовыми структурами на рисунке 7.



Рисунок 7 – Типовые структуры, вызванные особыми причинами

Систематические или неслучайные структуры в расположении точек на контрольной карте могут говорить об изменении среднего или разброса процесса, которые возможно, не настолько велики, чтобы привести к выходу точек за контрольные границы. Поэтому необходимо внимательное изучение всех структур точек на карте, которые могут указывать на воздействие неслучайных причин на процесс. Для интерпретации типовых структур на картах средних и индивидуальных различий существует набор критериев. Обычно используют критерии, представленные на рисунке 8.

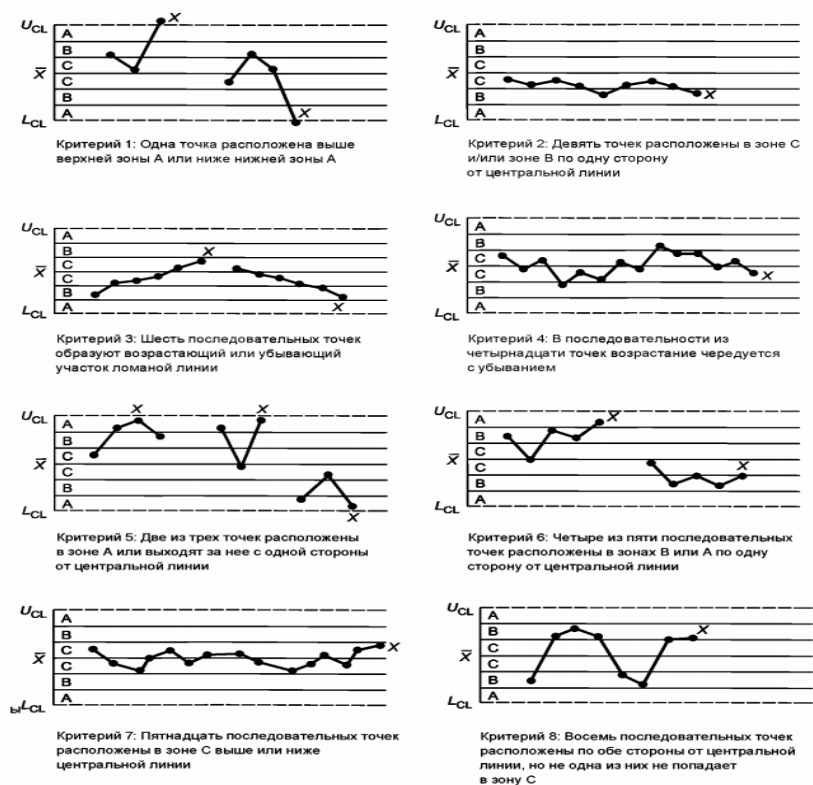


Рисунок 8 – Критерии выявления особых причин

Набор критериев расположения точек, не следует рассматривать как установленный, а лишь как рекомендуемый. Критерии должны быть определены в соответствии с обычным состоянием процесса. Если некоторые критерии используют вместе, то вероятность ошибки первого рода может стать слишком большой. При этом на ранних этапах производства основной целью является приведение процесса в устойчивое состояние и его улучшение для обеспечения лучших характеристик. Для этого приходится быстро находить особые причины, чтобы проверить предположение об их влиянии на процесс. В случае если производство становится массовым, основной целью становится поддержание управляемости процесса. Тогда появляется необходимость низкой вероятности ошибки

первого рода, а значит стоит отказаться от использования нескольких критериев одновременно. Выбор критерия зависит от особенностей исследуемого процесса [1].

Выводы. Таким образом, алгоритм анализа нарушений не имеют серьезных различий. Алгоритм анализа легко дополнить дополнительными процедурами выявления аномалий, наличия тренда, наличия разрыва тренда. Это даст возможность более точной диагностики состояния технологического процесса. Язык программирования R и имеющиеся для него программные библиотеки позволяют существенно облегчить процесс построения и анализа контрольных карт качества.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015. Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. – М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2016. – 41 с.
2. Макино Т. Контроль качества с помощью персональных компьютеров / Т. Макино, М. Охаси, Х. Докэ, К. Макино. - М.: Машиностроение, 1991. - 224 с.
3. Kenith Grey. XbarR HOWTO. URL: [https://cran.r-project.org/web /packages/ggQC/vignettes/XbarR_HOWTO.html](https://cran.r-project.org/web/packages/ggQC/vignettes/XbarR_HOWTO.html) (дата обращения 09.01.2020).