

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Методические указания

к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине

«Основы технического контроля»

для студентов очной, заочной форм обучения

по направлению 12.03.01 Приборостроение

Севастополь

СевГУ

2020

УДК 531.7
К65

Р е ц е н з е н т:

Л.А. Ничкова – зав. кафедрой техносферной безопасности
Политехнического института СевГУ, доц., канд. техн. наук

Составители: Н.А. Волошина, Н.А. Балакина

К65 Контрольные карты. Построение и анализ контрольных карт для количественных данных: методические указания к выполнению расчетно-графической работы / Сост. Н.А. Волошина, Н.А. Балакина ; Министерство науки и высшего образования РФ, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Политехнический институт. – Севастополь: СевГУ, 2020. – 32 с. – Текст : непосредственный.

Методические указания предназначены для учебно-методического обеспечения дисциплины «Основы технического контроля».

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при выполнении расчетно-графической работы по дисциплине «Основы технического контроля». Овладение навыками построения контрольных карт и проведения статистического анализа хода процесса.

УДК 531.7

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Приборные системы и автоматизация технологических процессов», протокол № 5 от 27 декабря 2019 г.

Рекомендовано в качестве методических указаний для студентов очной, заочной форм обучения по направлению 12.03.01 Приборостроение.

Изд. № 44/2020. Объем 2 п.л.

РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ	4
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ	5
1.1. Цель работы	5
1.2. Содержание расчетно-графической работы	5
1.3. Оформление расчетно-графической работы	5
2. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ И ТИПЫ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ	6
3. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШУХАРТА	7
4. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ДАННЫХ	11
4.1. Применение и построение карты средних и размахов	12
4.2. Применение и построение контрольной карты среднего и выборочного стандартного отклонения	19
4.3. Применение и построение контрольных карт индивидуальных значений, индивидуальных значений и скользящих размахов	21
4.4. Применение и построение контрольных карт медиан, медиан и размахов, медиан и выборочных стандартных отклонений	22
5. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА КАРТЫ СРЕДНИХ И РАЗМАХОВ	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	28
ПРИЛОЖЕНИЯ	29

ОБОЗНАЧЕНИЯ

U	– верхняя граница интервала (поля) допуска;
L	– нижняя граница интервала (поля) допуска;
CL	– центральная линия;
U_{CL}	– верхняя контрольная граница;
L_{CL}	– нижняя контрольная граница;
k	– количество подгрупп;
n	– объем подгруппы; количество наблюдений в подгруппе;
X	– измеряемая характеристика качества;
$\bar{X}$	– среднее подгруппы;
$\bar{\bar{X}}$	– среднее средних подгрупп;
R	– размах подгруппы: разность наибольшего и наименьшего наблюдений в подгруппе;
$\bar{R}$	– среднее значение размаха по всем подгруппам;
R_m	– скользящий размах;
s	– выборочное стандартное отклонение, полученное по значениям подгруппы;
$\bar{s}$	– среднее арифметическое выборочных стандартных отклонений подгрупп;
Me	– медиана подгруппы;
$\overline{Me}$	– среднее значение медиан подгрупп;
μ	– истинное среднее значение процесса;
μ_0	– заданное значение μ ;
σ	– истинное значение стандартного отклонения процесса;
σ_0	– заданное значение σ ;
$\hat{\sigma}$	– оценка стандартного отклонения процесса;
C_p	– индекс потенциальной воспроизводимости процесса;
C_{pk}	– меньший индекс воспроизводимости процесса.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Расчетно-графическая работа ставит своей целью закрепление знаний и привитие практических навыков студентам по дисциплине «Основы технического контроля», изучение методов построения контрольных карт, а также справочной и нормативной литературы.

В ходе выполнения расчетно-графической работы студент должен проявить:

- знание теоретических основ статистических методов контроля;
- умение производить расчет и построение контрольных карт;
- умение производить анализ хода процесса.

1.2. Содержание расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа должна состоять из пояснительной записки объемом 15... 20 страниц формата А4.

Для выполнения расчетно-графической работы выдается индивидуальное задание.

1.3. Оформление расчетно-графической работы

Пояснительная записка содержит:

- титульный лист;
- задание на расчетно-графическую работу;
- содержание;
- введение;
- карту размахов;
- карту средних;
- анализ хода процесса;
- заключение;
- список использованных источников.

Пояснительная записка оформляется на бумаге формата А4 (210×297), на одной стороне листа с соблюдением требований к текстовым документам, установленным ГОСТ 2.105 – 95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам и ГОСТ 2.106 – 96 ЕСКД. Текстовые документы.

При выполнении пояснительной записки с применением ЭВМ используют следующие параметры: левое поле – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, гарнитура шрифта – Times New Roman, размер символов – 14 pt, междустрочный интервал – 1,5 строки, обязательная нумерация страниц. Титульный лист считается первой страницей, номер на нем не ставится. Пример оформления титульного листа приведен в прил. А. Задание к расчетно-графической работе (его текстовая часть) приведена в прил. Б.

В списке использованных источников указывается автор, название, издательство, год издания и объем в страницах. Требования к его оформлению изложены в ГОСТ 7.1 – 2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Проверенная расчетно-графическая работа защищается студентом. Если работа содержит принципиальные ошибки, она должна быть исправлена и сдана для повторной проверки. Ошибки в пояснительной записке исправляются и записываются на обратной стороне предыдущего листа.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ И ТИПЫ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

Каждый производственный процесс управления или оказания услуги обладает определенной изменчивостью вследствие наличия большого количества воздействующих факторов. Поэтому наблюдаемые результаты работы процесса также непостоянны. Исследование этой изменчивости позволяет достичь понимания ее природы, что обеспечивает возможность управления процессом.

Контрольные карты являются основным инструментом статистического управления процессами (SPC). Они обеспечивают простой графический метод, позволяющий:

- определить, является ли процесс стабильным, т.е. функционирующим под воздействием не изменяющейся во времени системы случайных причин, характеризующих собственную изменчивость процесса (процесс находится в «состоянии статистической управляемости»);
- оценить собственную изменчивость процесса;
- сравнить информацию, полученную из выборок, представляющих текущее состояние процесса, с границами, отражающими его изменчивость, с целью оценки того, остался ли процесс стабильным или нет, уменьшилась или нет его изменчивость;
- идентифицировать, исследовать и по возможности уменьшить (устранить) влияние особых причин изменчивости, которые могут привести процесс к недопустимому уровню функционирования;
- использовать для управления процессом данные о его изменчивости (наличие тренда серии, циклов и т.п.);
- определить, ведет ли он себя предсказуемым и стабильным образом и возможна ли оценка соответствия процесса установленным требованиям;
- определить, соответствуют ли требованиям продукция, услуга, воспроизводимость процесса для измеряемой характеристики;
- обеспечить регулирование процесса на основе прогноза его поведения, используя статистические модели;
- оценить результативность системы измерений.

Контрольная карта (control chart) – это график, на который наносят в установленном порядке значения статистического показателя в последова-

тельности выборок, используемый для управления процессом и снижения изменчивости процесса (ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011).

Контрольная карта как графический инструмент применения статистических принципов для управления процессами была предложена доктором Уолтером Шухартом в 1924 г.

Теория контрольных карт выделяет два вида изменчивости. Первый вид – изменчивость, вызванная «случайными причинами». Эта изменчивость обусловлена набором разнообразных причин, присутствующих постоянно, которые нелегко или невозможно выявить. Каждая из таких причин формирует очень малую долю общей изменчивости, и ни одна из них не превалирует над другими. Воздействие совокупности всех этих причин измеримо, и предполагается, что оно формирует внутренне присущую процессу изменчивость.

Второй вид изменчивости представляет собой реальное изменение в процессе. Такое изменение может быть следствием некоторых причин, не присущих процессу, которые могут быть идентифицированы и устранены, по крайней мере теоретически. Эти потенциально выявляемые причины называют «особыми» причинами изменчивости. К ним могут быть отнесены неоднородность материала, поломка инструмента, неправильная работа производственного или контрольного оборудования, несоответствующая квалификация персонала, нарушение процедур, изменение производственных условий.

Процесс находится в статистически управляемом состоянии, или просто «управляем», если изменчивость вызвана только случайными причинами. Как только этот уровень изменчивости определен, любое отклонение от него считают действием особых причин, которое следует выявить и исключить.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШУХАРТА

Контрольная карта Шухарта – это контрольная карта с контрольными границами Шухарта, предназначенная для разделения причин изменчивости контролируемой характеристики на случайные или специальные (ГОСТ Р ИСО 7870-2 – 2015).

Типичная контрольная карта состоит из центральной линии CL , которая отражает уровень, вокруг которого в среднем изменяется контролируемая статистика. Кроме того, на контрольной карте имеются две линии, называемые контрольными границами (верхняя U_{CL} и нижняя L_{CL}), которые расположены по обе стороны от центральной линии и определяют область в виде полосы, в пределах которой статистическая величина в среднем изменяется случайным образом, если процесс находится в статистически управляемом состоянии.

Пример контрольной карты приведен на рис. 1.

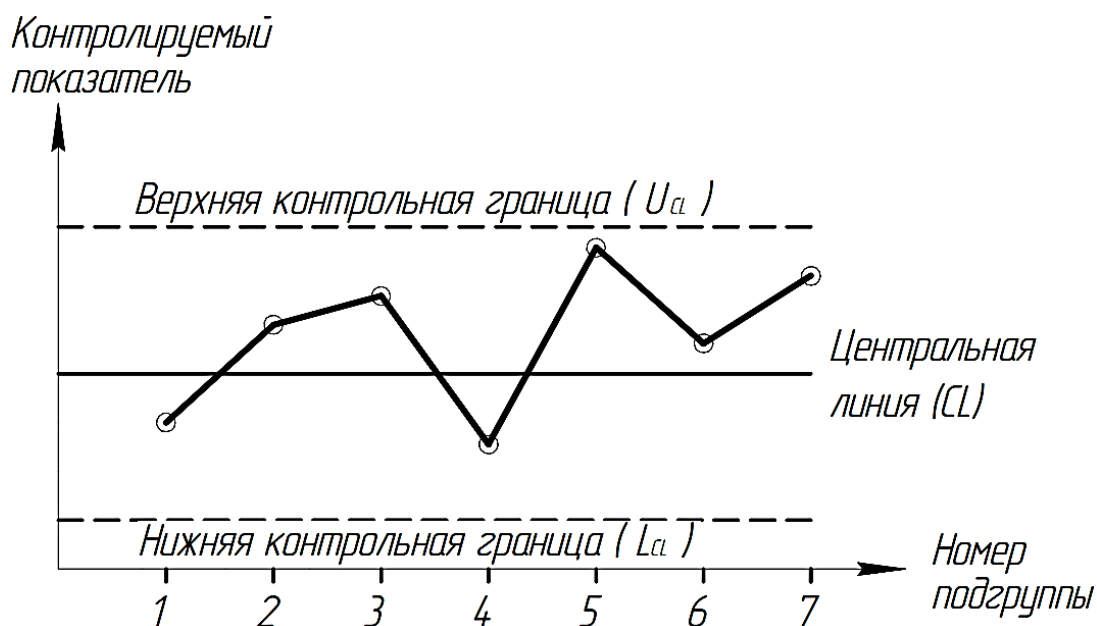


Рисунок 1 – Пример контрольной карты

Контрольные карты Шухарта бывают двух основных типов: для количественных и альтернативных данных.

Для каждой контрольной карты возможны две ситуации:

- значения параметров процесса не заданы;
- значения параметров процесса заданы.

Значения параметров процесса могут быть заданы на основе установленных требований, целевых значений или оценок параметров, полученных на основе данных за длительный период времени, когда процесс находился в статистически управляемом состоянии.

Цель применения контрольных карт, для которых не заданы значения параметров – обнаружение отклонений значений наблюдаемых характеристик (например, $\bar{X}$, R или какой-либо другой статистики), превышающих вариации, вызываемые только случайными причинами. В этом случае контрольные карты строятся только по данным самого процесса. Такие контрольные карты используют для выявления изменчивости, обусловленной неслучайными (особыми) причинами, и приведения процесса в состояние статистической управляемости.

Целью контрольных карт при наличии заданных значений параметров является определение того, что наблюдаемые значения $\bar{X}$, s и т.п. для нескольких подгрупп (каждая объемом n наблюдений) отличаются от соответствующих заданных значений μ_0 , σ_0 и т.п. больше, чем можно ожидать при действии только случайных причин. Отличием карт с заданными значениями параметров от карт, для которых значения параметров не заданы, является наличие дополнительных требований, определяющих параметры положения центральной линии и изменчивости процесса. Установленные значения могут быть заданы на основе опыта, полученного при использовании контрольных карт без априорной информации или заданных значений, а также на основе

экономических показателей, установленных после анализа потребностей в услуге и стоимости производства, или могут быть указаны в технических требованиях на продукцию.

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

Главными достоинствами контрольной карты является легкость ее формирования и использования. Для того чтобы контрольная карта являлась эффективным средством управления процессом, сбор результатов измерений контролируемых показателей и их регистрация в контрольной карте должны осуществляться в режиме реального времени. Контрольные карты дают возможность визуально определить момент изменения процесса, создают основу для улучшения процесса, выявляют различия между случайными и системными нарушениями в процессе, снижают потери от брака за счет предотвращения появления дефектов.

К недостаткам контрольных карт можно отнести более высокие требования к подготовке персонала и необходимость работы в реальном времени.

Для того, чтобы контрольная карта была достоверным и эффективным индикатором состояния процесса, необходимо на стадии планирования уделить особое внимание выбору типа контрольной карты. В ГОСТ Р ИСО 7870-2 – 2015 рассматриваются следующие типы контрольных карт:

а) контрольные карты для количественных данных:

- карты средних ($\bar{X}$), размахов (R) или выборочных стандартных отклонений (s);
- карты индивидуальных значений (X) и скользящих размахов (R_m);
- карты медиан (Me) и размахов (R);

б) контрольные карты для альтернативных данных:

- карта долей несоответствующих единиц продукции (p -карта);
- карта числа несоответствующих единиц продукции (np -карта);
- карта числа несоответствий (c -карта);
- карта числа несоответствий на единицу продукции (u -карта).

На рис. 2 представлена схема выбора типа контрольной карты для конкретной ситуации.

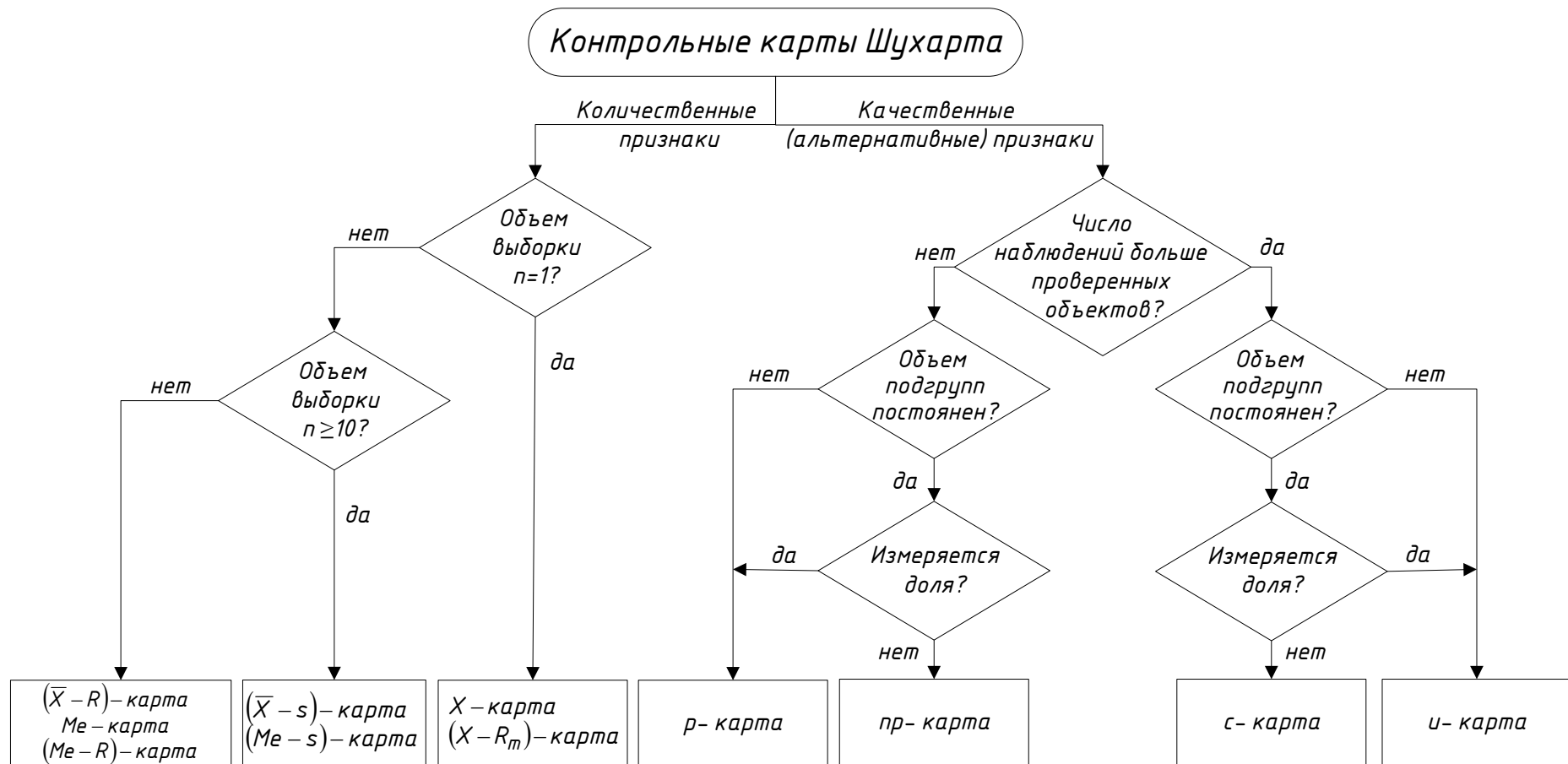


Рисунок 2 – Алгоритм выбора контрольных карт

Несмотря на то, что существуют различные типы контрольных карт, порядок их построения один и тот же:

1. Определяются показатели процесса или продукции, которые необходимо измерять. Показатели могут иметь количественные или качественные значения.

2. Определяются точки контроля показателя. По возможности, точки контроля необходимо устанавливать на наиболее ранней стадии процесса, где выбранный показатель может быть измерен.

3. На основании вида контролируемых показателей (контроль по количественному или альтернативному признаку) выбирается соответствующая контрольная карта.

4. Сбор данных – проводятся измерения выбранного показателя процесса или продукта.

5. Устанавливается количество выборок (k) и их объем (n) – количество измерений выбранного показателя, вошедших в подгруппу.

6. Производится статистическая оценка параметра для выбранной карты ($\bar{X}$, R , s или др.). Этот результат обычно подсчитывается с одним дополнительным десятичным знаком по сравнению с исходными данными.

7. Производится оценка контрольных границ (центральной линии CL , верхней U_{CL} и нижней L_{CL} контрольных границ) и их нанесение на контрольную карту. При этом центральная линия отображается сплошной линией, а контрольные границы – пунктиром. В случае, если вычисленная нижняя граница является отрицательной, то используют нижнюю границу, равную 0.

8. На контрольной карте отображаются результаты измерений (для контроля по количественному признаку) или суммарные (комплексные) значения (для контроля по альтернативному признаку) показателей. Точки графика соединяются между собой.

9. Производится анализ контрольной карты для выявления действия особых причин и их устранения. При необходимости предпринимаются корректирующие действия.

Общая форма стандартной контрольной карты представлена в прил. В.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Количественные данные представляют собой наблюдения, полученные с помощью измерения и записи значений некоторой характеристики для каждой единицы, рассматриваемой в подгруппе, например, длина в метрах, сопротивление в омах, шум в децибелах и т.д.

Контрольные карты для количественных данных обладают следующими преимуществами:

- в большинстве случаев процессы и изготавливаемая в ходе процесса продукция имеют измеримые характеристики, представляющие собой количественные данные, и таким образом применимость таких карт достаточно широка;

- контрольные карты для количественных данных более информативны,

чем контрольные карты для альтернативных данных, так как позволяют получить информацию о среднем и дисперсии процесса. Карты для количественных данных часто позволяют получить сигнал о проблемах до появления несоответствующей продукции;

- хотя получение количественных данных, как правило, дороже, чем альтернативных, объемы подгрупп для количественных данных почти всегда гораздо меньше при той же эффективности. Это позволяет в некоторых случаях снизить общие затраты на контроль и уменьшить временной разрыв между производством продукции и корректирующим действием;

- такие карты являются визуальным средством анализа функционирования процесса безотносительно к установленным требованиям. Рассмотрение карт, а также гистограмм в соответствующих интервалах часто помогает при разработке предложений по улучшению процесса.

Карты для количественных данных отражают состояние процесса через разброс (изменчивость от единицы к единице) и через расположение центра (среднее процесса). Поэтому контрольные карты для количественных данных почти всегда применяют и анализируют парами – одна карта для расположения и одна – для разброса. Наиболее часто используют пару $\bar{X}$ и R карты – это классические контрольные карты, применяемые для управления процессами.

4.1. Применение и построение карты средних $\bar{X}$ и размахов R

Карты средних ($\bar{X}$ - карты) и размахов (R - карты) используют в случае, когда объем выборки небольшой или умеренный (обычно менее 10).

Система карт Шухарта опирается на следующее условие: если изменчивость процесса от единицы к единице и среднее процесса остаются постоянными на данных уровнях (оцененные, соответственно, по $\bar{R}$ и $\bar{X}$), то размахи R и средние $\bar{X}$ отдельных подгрупп будут меняться только случайным образом и редко выходить за контрольные границы. Не допускаются очевидные тренды или структуры данных, кроме возникающих случайно с некоторой долей вероятности. $\bar{X}$ - карта показывает, где находится среднее процесса и какова его стабильность. Та же карта выявляет нежелательные вариации между подгруппами и вариации относительно их среднего. R - карта выявляет любую нежелательную вариацию внутри подгрупп и служит индикатором изменчивости исследуемого процесса. Это мера состоятельности и однородности процесса. Если R - карта показывает, что вариации внутри подгрупп не изменяются, то это значит, что процесс остается в статистически управляемом состоянии. Такое происходит только в том случае, если все выборки обрабатывались одинаково. Если R - карта показывает, что процесс вышел из управляемого состояния или уровень на R - карте возрастает, то это может означать, что либо отдельные подгруппы подверглись разной обработке, либо в процессе действует несколько различных систем причинно-следственных связей.

На $\bar{X}$ - карты также могут повлиять условия, при которых процесс вышел из состояния статистической управляемости по R - карте. Возможность интерпретировать размахи или средние подгрупп зависит от оценки изменчивости от единицы к единице, поэтому R - карту необходимо анализировать первой. Когда размахи находятся в статистически управляемом состоянии, разброс процесса (отклонения внутри подгрупп) считается стабильным. В этом случае можно проанализировать средние, чтобы увидеть, меняется ли со временем среднее положение процесса.

В карте средних и размахов в качестве меры центра распределения используется среднее арифметическое.

Построение ($\bar{X} - R$) - контрольной карты включает несколько этапов.

Этап 1. Сбор данных.

При сборе данных рекомендуется руководствоваться следующими рекомендациями: для ($\bar{X} - R$) - карты накапливают 100 – 125 значений, которые затем делят на 20 – 25 выборок, при этом объем выборки, как правило, составляет 4 – 5 значения.

Этап 2. Вычисление средних значений $\bar{X}$ для каждой выборки (подгруппы):

$$\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{X}_i ,$$

где n – объем выборки.

Этап 3. Вычисление среднего значения средних подгрупп:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j ;$$

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k R_j ,$$

где k – количество выборок.

Этап 4. Оценка контрольных границ

В табл. 1 приведены формулы для расчета контрольных границ соответствующих карт, числовые значения коэффициентов выбираются из табл. Г.1, прил. Г.

Таблица 1 – Формулы оценки контрольных границ для ($\bar{X} - R$) и ($\bar{X} - s$)- карт Шухарта

Статистика	Оценки контрольных границ		Заданные контрольные границы	
	Центральная линия CL	U_{CL} и L_{CL}	Центральная линия CL	U_{CL} и L_{CL}
$\bar{X}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R}$ или $\bar{\bar{X}} \pm A_3 \bar{s}$	μ_0	$\mu_0 \pm A \sigma_0$
R	$\bar{R}$	$D_4 \bar{R}, D_3 \bar{R}$	$d_2 \sigma_0$	$D_2 \sigma_0, D_1 \sigma_0$
s	$\bar{s}$	$B_4 \bar{s}, B_3 \bar{s}$	$C_4 \sigma_0$	$B_6 \sigma_0, B_5 \sigma_0$

Примечание: μ_0, σ_0 – заданные значения

Этап 5. Нанесение точек и контрольных границ на контрольные карты

Вертикальные оси соответствующих карт обозначают $\bar{X}$ и R , на горизонтальные оси наносят номера подгрупп. Для каждой подгруппы наносят соответствующие ей значения $\bar{X}$ и R . В верхнем углу $\bar{X}$ -карты указывают объем выборки (n).

На контрольные карты наносят центральную линию CL сплошной линией, а контрольные границы (U_{CL} и L_{CL}) – пунктирными. Для простоты построения R -карты обычно применяют симметричные границы на расстоянии $\pm 3\sigma$ от центральной линии. При этом, если вычисленная нижняя граница является отрицательной, то используют нижнюю границу, равную 0.

Этап 6. Анализ контрольной карты для идентификации (выявления) действия особых причин

Свидетельством выхода процесса из статистически управляемого состояния под действием особых причин является наличие некоторых характерных структур расположения точек на контрольной карте.

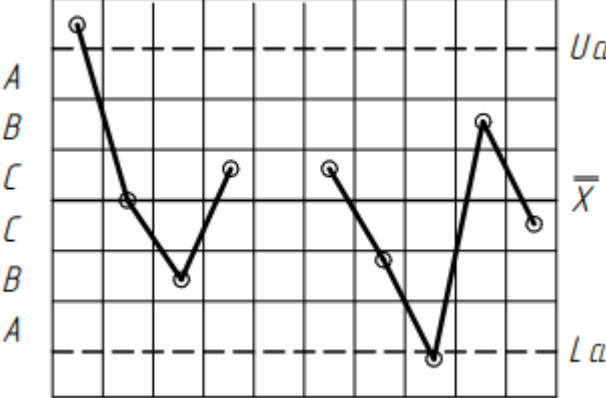
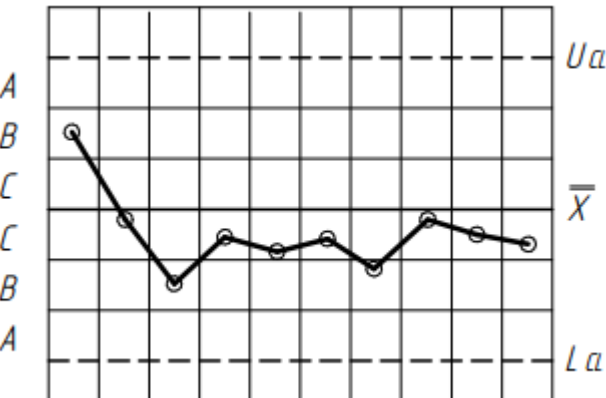
Появление таких структур под действием случайных причин является событием, имеющим очень малую вероятность. Поэтому их появление указывает на наступление противоположного события «действует особая причина», которая в этом случае имеет вероятность близкую к 1.

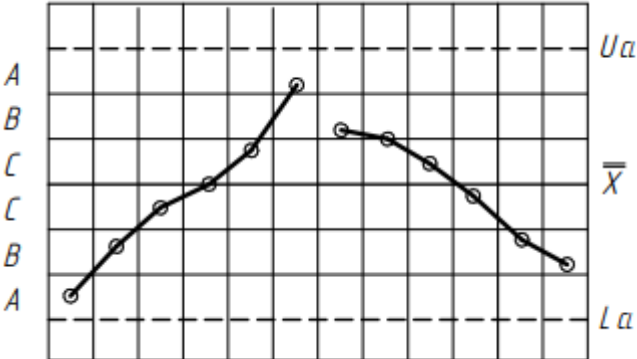
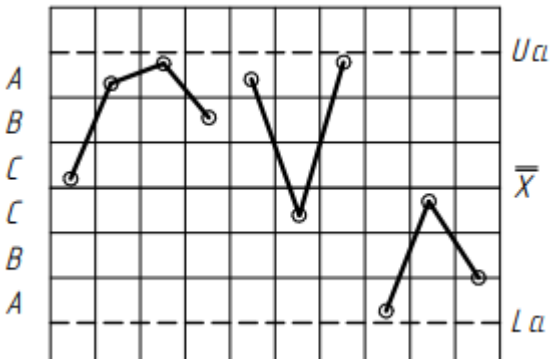
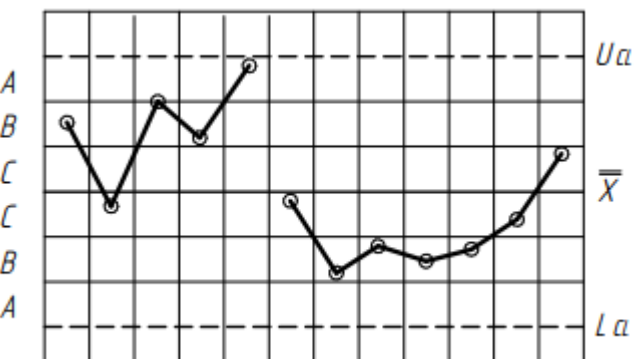
Чтобы их выявить, область между контрольными границами разбивают на шесть зон равной величины. Ширина области между контрольными границами для любой карты составляет шесть соответствующих стандартных отклонений (6σ). Зоны симметрично расположены по отношению к центральной линии и имеют обозначения A , B , C . Зоны C примыкают к центральной линии, а зоны A к контрольным границам, зоны B занимают среднее положение, как показано на рис. 3.

Для интерпретации хода процесса по картам Шухарта существует набор из восьми критериев, позволяющий обнаружить отсутствие статистической управляемости технологического процесса. Все восемь критериев используются при анализе контрольных карт для количественных данных и могут быть обнаружены на карте размахов или карте средних. Этот набор критериев можно принять за основу, но пользователи должны обращать внимание на любую необычную структуру точек, которая может указывать на проявление особых (неслучайных) причин. Появление любого из случаев, описанных в этих критериях, – указание на присутствие особых причин, которые должны быть проанализированы и скорректированы.

Графическая иллюстрация критериев, которые указывают на нестабильности технологических процессов, представлена в табл. 2, в табл. 3 приведены возможные причины их возникновения и корректирующие действия.

Таблица 2 – Критерии для выявления действия особых причин

Критерий	Иллюстрация	Комментарий
1. Выход за контрольные границы		Одна или несколько точек вышли за контрольные границы, т.е. расположены вне зоны А
2. Серия		<i>Серия</i> – это проявление такого состояния, когда точки неизменно оказываются по одну сторону от средней линии; число таких точек называется длиной серии. Серия длиной в 7 точек рассматривается как ненормальная. Даже если длина серии оказывается менее 6, в ряде случаев ситуацию следует рассматривать как ненормальную, например, когда: не менее 10 из 11 (12 из 14; 16 из 20) точек оказываются по одну сторону от центральной линии. В данном случае, 9 точек подряд по одну сторону от центральной линии.

3. Тренд	 The chart shows a process mean that starts at the bottom of the 3-sigma zone (A), rises steadily through the 2-sigma zone (B) and 1-sigma zone (C) into the 3-sigma zone (A), and then falls back through the zones. This indicates a significant trend or drift in the process.	Если точки образуют непрерывно повышающуюся или понижающуюся кривую, говорят, что имеет место тренд (или дрейф).
4. Приближение к контрольным границам	 The chart shows several points that are very close to the upper and lower 3-sigma control limits (labeled A and La). This suggests that the process is becoming unstable and may be approaching a state of non-normality.	Рассматриваются точки, которые приближаются к 3-сигмовым контрольным границам (зона А), причем если 2 или 3 точки оказываются за 2-сигмовыми линиями, то такой случай надо рассматривать как ненормальный.
5. Приближение к предупреждающим границам	 The chart shows points that are approaching the 2-sigma warning limits (labeled B and La). This indicates that the process is becoming more variable and may be approaching a state of non-normality.	Рассматриваются точки, которые находятся в 2-сигмовой зоне (зона В), причем если четыре из пяти последовательных точек лежат в зоне В или вне ее в зоне А по одну сторону от средней линии, то такой случай надо рассматривать как ненормальный.

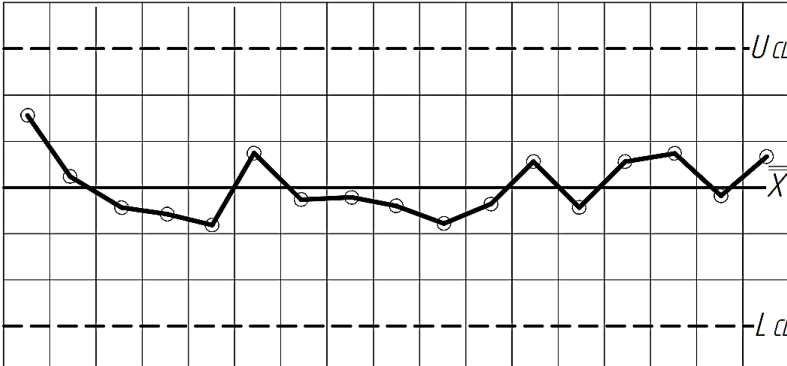
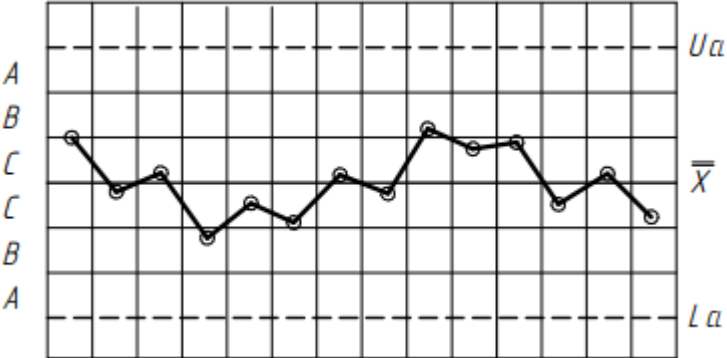
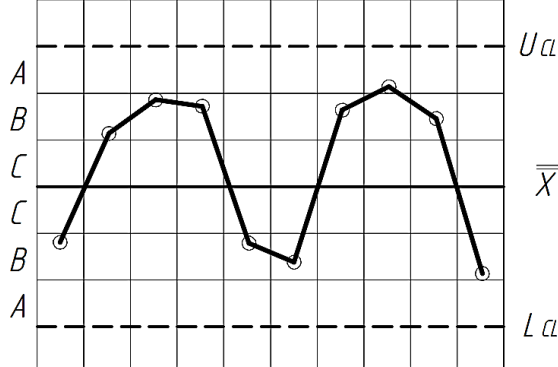
6. Приближение к центральной линии	 The chart displays 15 data points connected by a line. The points are mostly clustered between the center line and the control limits, with a few points touching the upper and lower control limits. The center line is labeled $\bar{X}$, and the control limits are labeled Ua and La. The vertical axis is labeled with A, B, C, C, B, A from top to bottom.	Когда большинство точек концентрируется внутри центральных полуторасигмовых линий, делящих пополам расстояние между центральной линией и каждой из контрольных линий, это обусловлено неподходящим способом разбиения на подгруппы. Приближение к центральной линии вовсе не означает, что достигнуто контролируемое состояние, напротив, это значит, что в подгруппах смешиваются данные из различных распределений, что делает размах контрольных пределов слишком широким. В таком случае надо изменить способ разбиения на подгруппы.
7. Периодичность	 The chart displays 15 data points connected by a line. The points show a clear periodic pattern, with peaks and troughs occurring at regular intervals. The center line is labeled $\bar{X}$, and the control limits are labeled Ua and La. The vertical axis is labeled with A, B, C, C, B, A from top to bottom.	Если присутствуют четырнадцать или более попеременно возрастающих и убывающих последовательных точек, напоминающих периодический процесс, то говорят о периодичности процесса.
8. Отсутствие точек в зоне С	 The chart displays 15 data points connected by a line. All points are above the center line, indicating a process that is not centered. The center line is labeled $\bar{X}$, and the control limits are labeled Ua and La. The vertical axis is labeled with A, B, C, C, B, A from top to bottom.	Если восемь последовательных точек расположены по обеим сторонам средней линии и ни одной из них в зоне С, то такой случай надо рассматривать как ненормальный.

Таблица 3 – Возможные причины нестабильности технологических процессов и предлагаемые корректирующие действия

Наименование критерия	Причины для $\bar{X}$ - карты	Причины для R - карты	Корректирующие действия
Тренды	1 Старение станка; 2 Усталость рабочего; 3 Износ инструмента.	1 Улучшение / ухудшение навыков рабочего; 2 Усталость рабочего; 3 Изменение количества сырья или заготовок.	1 Отремонтировать / заменить станок; 2 Заменить рабочего; 3 Сменить / отремонтировать (заточить инструмент); 4 Провести анализ поступающего сырья, технологии.
Скачки в уровне процесса	1 Изменение в составе сырья, поступающего из разных источников; 2 Новый рабочий или станок; 3 Модификация технологий; 4 Изменение в контролируемом приборе или методе проверки.	1 Изменение в сырье; 2 Изменение в технологии; 3 Изменение в рабочем процессе; 4 Изменение в контроле.	1 Проанализировать состояние поступающего сырья, материалов и поддерживать это состояние на определенном уровне; 2 Разобраться с источниками материала; 3 Проверить воспроизводимость станка; 4 Проследить за работой рабочего и проверить исполнение инструкций; 5 Проверить градуировку измерительного прибора, рабочего, его работу.
Повторяющиеся циклы	1 Изменение характеристик окружающей среды (t° , влажности); 2 Усталость рабочего; 3 Регулярная смена станка или рабочего.	1 График обслуживания; 2 Усталость рабочего; 3 Износ инструментов.	1 Проверить, управляема ли окружающая среда. Если управляема, то нужно обеспечить характеристики окружающей среды в заданных пределах; 2 Оценить эксплуатацию станка; 3 Оценить обслуживание станка; 4 Заменить (заточить) / отремонтировать инструмент.

Наименование критерия	Причины для $\bar{X}$ - карты	Причины для R - карты	Корректирующие действия
Точки вблизи или за контрольными пределами	1 Изменение управления; 2 Большие систематические различия в качестве материалов; 3 Большие систематические различия в методах испытаний.	1 Смесь материалов существенно различного качества.	1 Проверить контролируемые пределы процесса; 2 Разобраться в вариации материалов; 3 Оценить методы проверки; 4 Оценить частоту проверок / измерений; 5 Проверить работу рабочего (он может перемещать процесс).
Отсутствие вариабельности	1 Ошибочные вычисления контрольных пределов; 2 Улучшение в процессе после вычисления пределов; 3 Рабочие могут не делать поправок.	1 Сбор в каждой выборке некоторого числа измерений из различных партий; 2 Улучшения в процессе после вычисления пределов.	1 Проверить контрольные пределы; 2 Оценить рациональный объем подгрупп; 3 Проверить сроки проверок приборов; 4 Перепроверить умение персонала измерять.

Этап 7. Устранение особых причин

Для устранения неслучайных причин пересматривают карты. Исключают все подгруппы, на которые повлияла выявленная особая причина, затем пересчитывают и наносят на карту новую центральную линию и контрольные границы. Исследуют карту для определения того, что все оставшиеся точки подтверждают статистическую управляемость процесса при их сопоставлении с пересмотренными контрольными границами. При этом должно остаться не менее 2/3 подгрупп.

Как только установлено, что размахи находятся в состоянии статистической управляемости, изменчивость процесса (вариабельность – внутри подгрупп) считается стабильной. Затем анализируют $\bar{X}$ - карту для проверки, меняется ли во времени положение среднего процесса. Вычисляют и наносят на $\bar{X}$ - карту центральную линию и контрольные границы. Анализируют расположение точек по отношению к контрольным границам для выявления точек за пределами контрольных границ или необычных структур, трендов. Исключают все группы, для которых выявлены особые причины, повторно вычисляют и наносят на карту центральную линию и контрольные границы. Проверяют, что по сравнению с новыми границами все точки демонстрируют статистически управляемое состояние. Подгруппы, исключенные при построении R - карты, также должны быть исключены при построении $\bar{X}$ - карты.

Исключение подгрупп, представляющих нестабильное состояние, производят с целью получения уверенности в том, что контрольные границы вы-

числены и отражают только изменчивость процесса под воздействием случайных причин. Точки, свидетельствующие о наличии особых причин, исключенные при определении контрольных границ, не должны быть исключены при построении графика для обеспечения реального представления поведения процесса и исследования способов его корректировки.

Этап 8. Определение воспроизводимости процесса

После того, как задачи управления по $\bar{X}$ и R - картам решены, т.е. особые причины выявлены, проанализированы, скорректированы и их повторение предотвращено, следовательно, процесс находится в состоянии статистической управляемости, определяют воспроизводимость процесса.

Воспроизводимость процесса – это способность процесса производить продукцию, удовлетворяющую установленным требованиям (ГОСТ Р ИСО 22514-1 – 2015). Для определения воспроизводимости процесса используют индексы воспроизводимости C_p и C_{pk} (см. стандарты серии ГОСТ Р ИСО 22514).

C_p – индекс, характеризующий воспроизводимость процесса относительно установленного поля (интервала) допуска. Для данного индекса часто используют термин "*индекс потенциальной воспроизводимости процесса*". C_p выражают в виде отношения длины интервала требований к длине опорного интервала. В качестве длины интервала требований может использоваться допуск на изготовление. Для нормального распределения длина опорного интервала равна $6\hat{\sigma}$. Т.о., индекс потенциальной воспроизводимости процесса определяется из выражения

$$C_p = \frac{IT}{6\hat{\sigma}},$$

где IT – допуск на изготовление, мм; $\hat{\sigma}$ – оценка стандартного отклонения случайной (собственной, внутренней) изменчивости процесса, вычисляемая из выражения: для $(\bar{X} - R)$ - карты как $\hat{\sigma} = \bar{R}/d_2$, для $(\bar{X} - s)$ - карты – $\hat{\sigma} = \bar{s} / c_4$.

Значение C_p менее 1 указывает на то, что процесс является невоспроизводимым, при $C_p = 1$ – процесс находится на границе воспроизводимости. На практике, в качестве минимально полностью приемлемого значения, принимают $C_p = 1,33$, поскольку всегда есть некоторые вариации в выборках и не существует процессов, которые всегда находятся в статистически управляемом состоянии.

В случае, когда границы поля (интервала) допуска заданы, целевое значение отличается от середины интервала, заданного в спецификации, и целевое значение является предпочтительным (или лучшим) значением, можно вычислить только верхний и/или нижний индекс воспроизводимости процесса. Для верхних и нижних индексов могут быть установлены различные требования – наименьший из них называют *меньшим индексом воспроизводимости процесса* C_{pk} .

4.2. Применение и построение контрольной карты среднего и выборочного стандартного отклонения

В случае больших объемов выборки подгруппы ($n \geq 10$) предпочтительно использование $\bar{X}$ -карты и s -карты, так как при увеличении объема выборки размах становится менее эффективным в качестве оценки стандартного отклонения процесса.

$(\bar{X} - s)$ -карта – это двойная контрольная карта по количественному признаку, в которой выборочное среднее применяется для контроля уровня настройки процесса, а выборочное стандартное отклонение – для контроля рассеивания процесса. Из всех контрольных карт Шухарта $(\bar{X} - s)$ -карта является по построению наиболее трудоемкой, но и самой информативной. Ее используют, когда стоимость контроля невелика и данные легкодоступны.

Общий подход к построению контрольной карты такой же, как и при построении контрольной карты средних и размахов.

Этап 1. Сбор данных

Для $(\bar{X} - s)$ -карты накапливают не менее 200 значений, которые также делят на 20 – 25 выборок, при этом объем выборки $n \geq 10$.

Этап 2. Вычислить выборочные средние

$$\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{X}_i,$$

где n – объем выборки.

Этап 3. Вычислить выборочное стандартное отклонение s

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}.$$

Этап 4. Оценка контрольных границ

Центральная линия, верхний и нижний контрольные границы определяются из выражений, приведенных в табл. 1.

Этап 5. Нанесение точек и контрольных границ на контрольные карты, анализ контрольной карты.

4.3. Применение и построение контрольных карт индивидуальных значений, индивидуальных значений и скользящих размахов

В некоторых ситуациях для управления процессами невозможно или непрактично использовать рациональные подгруппы. Время и стоимость, требуемые для измерения при одиночном измерении столь велики, что проведение повторных наблюдений даже не рассматривают. Такая ситуация обычно возникает либо при разрушающем контроле, когда измерения дорогостоящие, либо выход продукции все время относительно однороден, либо, когда невозможно получить более одного значения. Для построения контрольной карты накапливают 20 – 25 значений. Выбирают базовый период, на основа-

нии которого вычисляют среднее значение процесса и его естественные границы, колебания процесса внутри которых считают случайными.

$\bar{X}$ - карта – это одинарная контрольная карта по количественному признаку, в которой контрольной величиной является индивидуальное значение. В этой контрольной карте используются данные одной выборки для каждого наносимого значения. $\bar{X}$ - карту используют, когда данные труднодоступны или контроль качества осуществляется через длительные промежутки времени, например, каждые сутки.

$(\bar{X} - R_m)$ - карта – это двойная контрольная карта, в которой контрольными величинами являются индивидуальное значение и скользящий размах R_m (т.е. абсолютная разность двух последовательных значений). В последнее время она является одной из самых широко используемых контрольных карт по количественному признаку. Общий подход к построению контрольной карты такой же, как и при построении контрольной карты средних и размахов. Особенностью данного типа карт является разбитие данных на две или несколько подгрупп в случае, если процесс явно имеет тренд или тренды.

Порядок построения приведен в ГОСТ Р 50779.42 – 99 (ИСО 8258 – 91). Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.

4.4. Применение и построение контрольных карт медиан, медиан и размахов, медиан и выборочных стандартных отклонений

Медиана во многих случаях более удобный показатель, чем среднее арифметическое. Выбор типа контрольной карты определяется с учетом закона распределения, для чего сначала надо построить гистограмму по имеющимся данным. Если распределение ассиметрично, то для статистического управления процессом используют контрольные карты медиан.

В картах медиан, в отличие от рассмотренных ранее, в качестве меры распределения используется не среднее арифметическое $\bar{X}$, а медиана выборки Me .

Медиана – это среднее по порядку значение в упорядоченном по возрастанию (или убыванию) наборе чисел. Такой набор называется вариационным рядом. Например, если полученные из некоего процесса данные представляют собой следующий набор: 3; 5; 6; 8; 11, то медиана для данной выборки будет равна 6. Если количество значений в выборке – четное число, например, 2; 4; 7; 8; 12; 13, то тогда медианой будет полусумма двух чисел, стоящих в середине: $(7+8)/2=7,5$.

$(Me - R)$ - карты и $(Me - s)$ - карты – альтернатива $(\bar{X} - R)$ - картам и $(\bar{X} - s)$ - картам. Они обеспечивают аналогичные выводы и имеют определенные преимущества. Такие карты просты в применении и не требуют больших вычислений, что облегчает их внедрение в производство. Поскольку на карты наносят значения медиан наряду с индивидуальными значениями, карта медиан дает разброс результатов процесса и подробную картину вари-

аций. Но карта медиан с границами 3σ медленнее реагирует на выход процесса из состояния статистической управляемости, чем $\bar{X}$ -карта.

Подход к построению $(Me - R)$ -карты и $(Me - s)$ -карты такой же, как и при построении $(\bar{X} - R)$ -карт и $(\bar{X} - s)$ -карт. Порядок построения приведен в ГОСТ Р 50779.42 – 99 (ИСО 8258 – 91). Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.

5. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА КАРТЫ СРЕДНИХ И РАЗМАХОВ

Анализ любого процесса включает три этапа:

- сбор исходных данных для оценки изучаемого процесса по заданной характеристике качества;
- проведение обработки данных, сопровождаемое их упорядочением, вычислением всевозможных статистических характеристик, построением контрольных карт со всеми необходимыми границами;
- непосредственный анализ контрольных карт, формулирование выводов и общего заключения.

Описание процесса. Поставщик корпусов водяных насосов намерен использовать для управления процессом вытачивания контрольную карту. На промежуточной технологической операции контролируется диаметр отверстия $\varnothing 14,05$ мм. Измерения на производстве выполняют каждый час для получения 25 выборок. Данные состоят из 125 значений, которые объединены в 25 подгрупп с объемом выборки 5. Эти 125 значений приведены в табл. 4.

Так как μ и σ в данном случае неизвестны, $\bar{\bar{X}}$ и $\bar{R}$ вычисляются на основе полного набора данных. Выборочные средние ($\bar{X}$) и размахи (R) вычислены для каждой подгруппы (см. табл. 4).

В соответствии с вычислениями:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j = 14,0732 \text{ мм};$$

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k R_j = 0,0177 \text{ мм},$$

где k – количество подгрупп, $k = 25$.

На первом этапе необходимо подготовить R -карту и определить по ней состояние управляемости процесса.

Произведём оценку контрольных границ (см. табл. 1):

Центральная линия: $CL = \bar{R} = 0,0177$ мм.

Контрольные границы:

$$U_{CL} = D_4 \bar{R} = 2,114 \cdot 0,0177 = 0,0375 \text{ мм};$$

$$L_{CL} = D_3 \bar{R} = 0, \text{ т.к. } D_3 = 0, \text{ если объем выборки менее 7.}$$

Значения D_3 и D_4 взяты из табл. Г.1, прил. Г для $n = 5$.

Таблица 4 – Исходные данные для анализа и их первичная обработка

№	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\bar{X}$	R
1	14,073	14,075	14,074	14,083	14,077	14,076 4	0,010
2	14,066	14,073	14,075	14,078	14,071	14,072 6	0,012
3	14,076	14,070	14,077	14,078	14,076	14,075 4	0,008
4	14,077	14,072	14,078	14,079	14,079	14,077 0	0,007
5	14,066	14,065	14,065	14,068	14,090	14,070 8	0,025
6	14,069	14,073	14,058	14,066	14,083	14,069 8	0,025
7	14,073	14,079	14,080	14,072	14,081	14,077 0	0,009
8	14,061	14,071	14,086	14,082	14,072	14,074 4	0,025
9	14,065	14,070	14,074	14,073	14,070	14,070 4	0,009
10	14,064	14,072	14,086	14,074	14,076	14,074 4	0,022
11	14,077	14,073	14,076	14,082	14,075	14,076 6	0,009
12	14,060	14,051	14,052	14,062	14,059	14,056 8	0,011
13	14,075	14,066	14,085	14,069	14,089	14,076 8	0,023
14	14,070	14,066	14,065	14,068	14,077	14,069 2	0,012
15	14,072	14,068	14,066	14,067	14,085	14,071 6	0,019
16	14,077	14,072	14,063	14,078	14,084	14,074 8	0,021
17	14,074	14,072	14,072	14,071	14,088	14,075 4	0,017
18	14,067	14,079	14,076	14,064	14,081	14,073 4	0,017
19	14,068	14,075	14,070	14,063	14,098	14,074 8	0,035
20	14,056	14,071	14,079	14,082	14,089	14,075 4	0,033
21	14,072	14,066	14,077	14,068	14,083	14,073 2	0,017
22	14,069	14,085	14,063	14,065	14,088	14,074 0	0,025
23	14,070	14,073	14,066	14,064	14,081	14,070 8	0,017
24	14,074	14,069	14,086	14,080	14,071	14,076 0	0,017
25	14,073	14,063	14,081	14,079	14,065	14,072 2	0,018

На рис. 3 представлена R -карта.

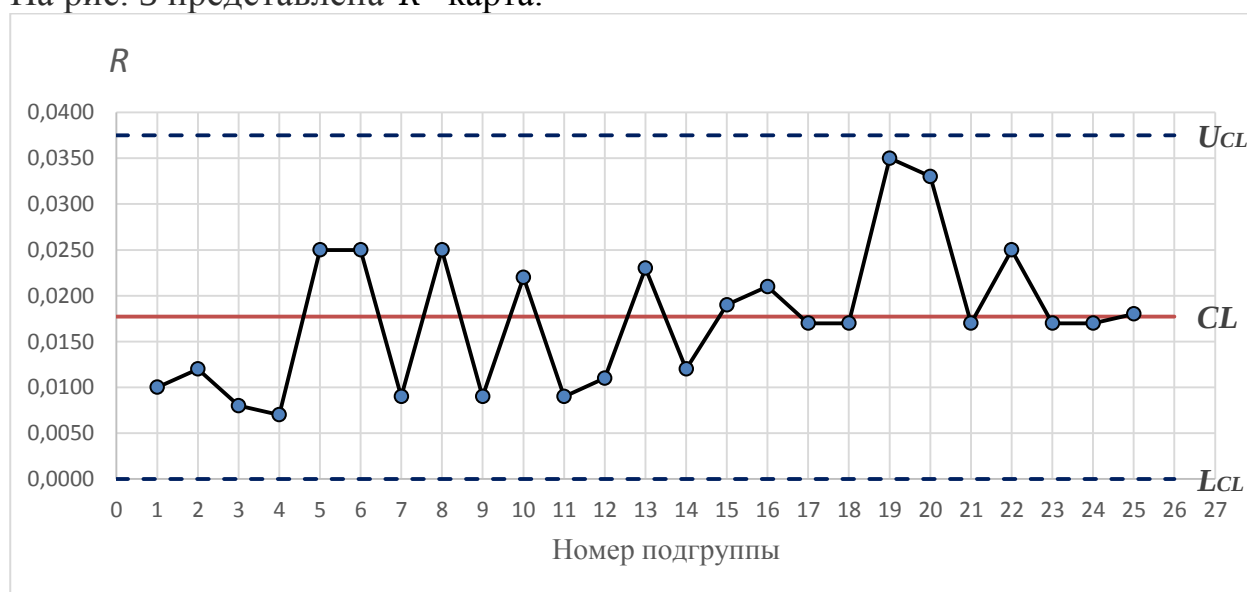


Рисунок 3 – R -карта для диаметра отверстия

R - карта показывает, что процесс находится в статистически управляемом состоянии. Контрольные границы не нарушены. Другие критерии наличия особых причин в зонах A , B и C отсутствуют.

Далее на основе значений $\bar{X}$ следует построить $\bar{X}$ -карту.

Формулы для оценки контрольных границ приведены также в табл. 1:

Центральная линия: $CL = \bar{\bar{X}} = 14,07317$ мм.

Контрольные границы:

$$U_{CL} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R} = 14,07317 + 0,577 \cdot 0,01772 = 14,08341 \approx 14,0834 \text{ мм};$$

$$L_{CL} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R} = 14,07317 - 0,577 \cdot 0,01772 = 14,06293 \approx 14,0629 \text{ мм}.$$

Значение коэффициента A_2 взято из табл. Г.1, прил. Г для $n = 5$.

Построенная $\bar{X}$ -карта представлена на рис. 4.

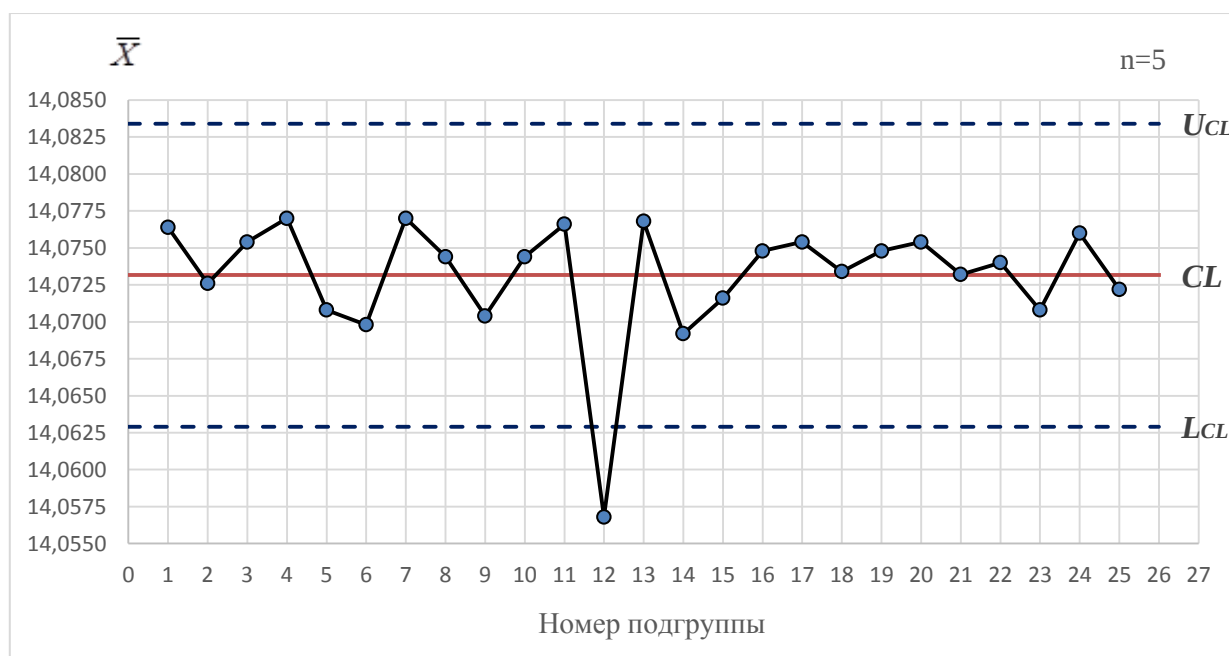


Рисунок 4 – $\bar{X}$ -карта для диаметра отверстия

Анализ $\bar{X}$ -карты показывает, подгруппа 12 находится за нижней контрольной границей (критерий 1 – выход за контрольные границы). Это значит, что могут присутствовать некоторые особые причины, вызвавшие нестабильность технологического процесса, следовательно, процесс не находится в статистически управляемом состоянии. Для устранения особых причин подгруппу 12 следует исключить из вычислений и пересмотреть карты.

Выборочные средние ($\bar{X}$) и размахи (R) после исключения 12 группы соответственно равны:

$$\bar{\bar{X}} = 14,07385 \text{ мм};$$

$$\bar{R} = 0,01800 \text{ мм}.$$

Повторно произведём оценку контрольных границ.

Для $\bar{X}$ -карты:

Центральная линия: $CL = \bar{\bar{X}} = 14,07385$ мм.

Контрольные границы:

$$U_{CL} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R} = 14,07385 + 0,577 \cdot 0,01800 = 14,08423 \approx 14,0842 \text{ мм};$$

$$L_{CL} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R} = 14,07385 - 0,577 \cdot 0,01800 = 14,063468 \approx 14,0635 \text{ мм}.$$

На рис. 5 приведена пересмотренная $\bar{X}$ - карта.

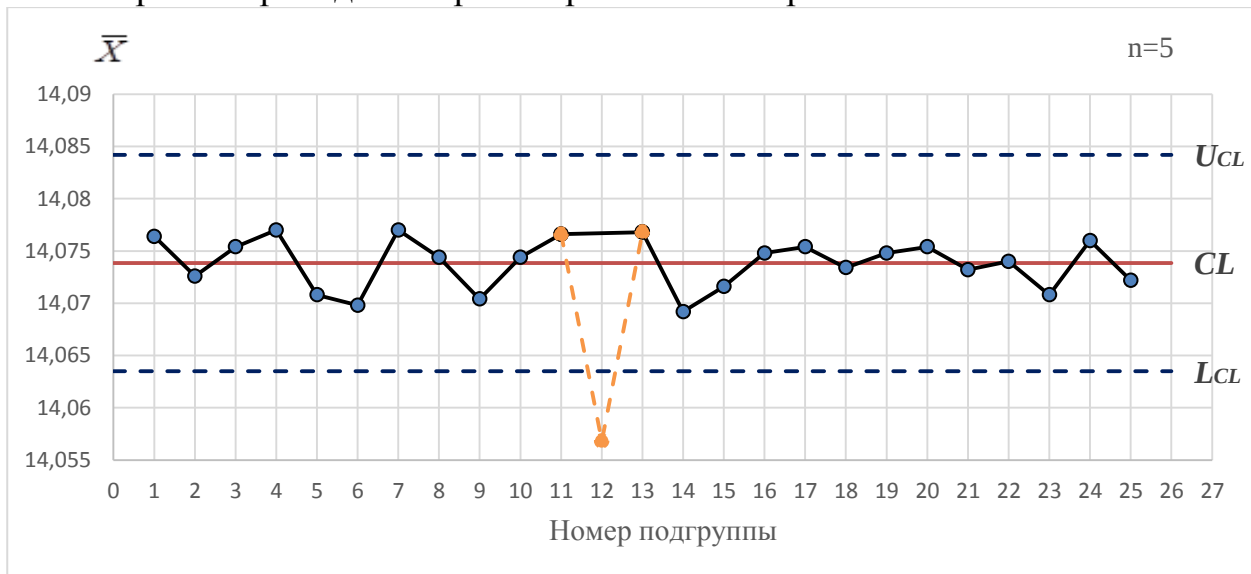


Рисунок 5 – Пересмотренная $\bar{X}$ - карта для диаметра отверстия

Для R -карты:

Центральная линия: $CL = \bar{R} = 0,01800$ мм.

Контрольные границы:

$$U_{CL} = D_4 \bar{R} = 2,114 \cdot 0,01800 = 0,03805 \approx 0,0381 \text{ мм};$$

$$L_{CL} = D_3 \bar{R} = 0, \text{ т.к. } D_3 = 0, \text{ если объем выборки менее 7.}$$

Пересмотренная R -карта представлена на рис. 6.

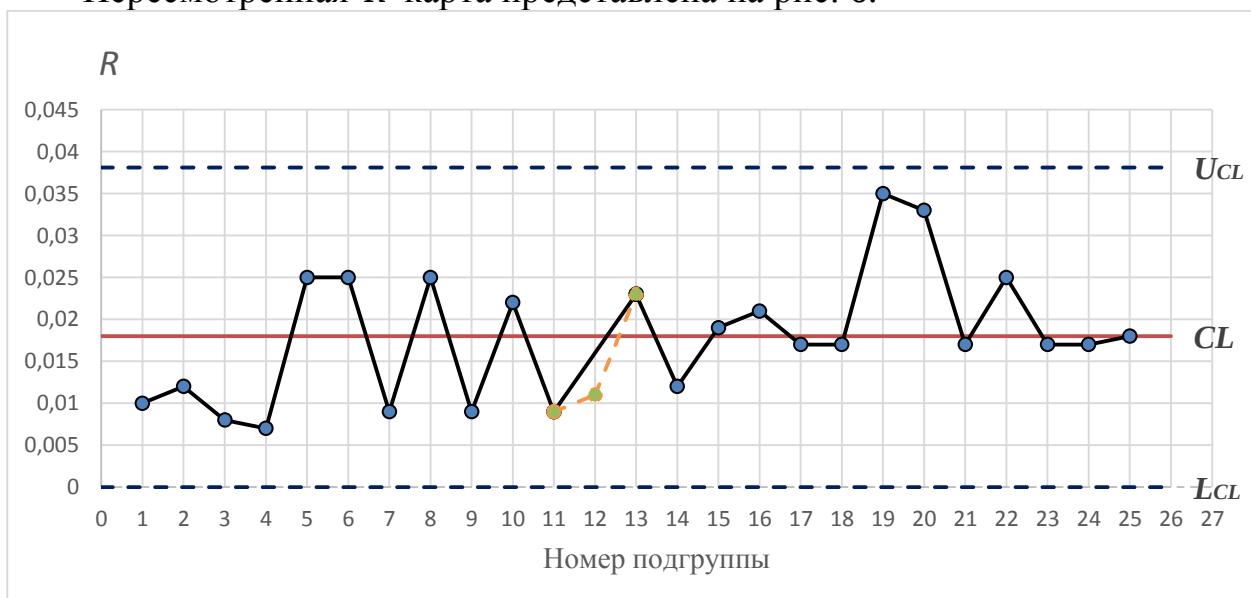


Рисунок 6 – Пересмотренные R - карта для диаметра отверстия

После удаления подгруппы 12 процесс становится статистически управляемым, рассчитанные контрольные границы могут быть использованы для управления процессом в будущем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Солонин С.И. Метод контрольных карт: учебное пособие: [Электронное текстовое издание] / С.И. Солонин; М-во образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург, ЦНОТ ИТОО УрФУ, 2014. – 214 с.
2. ГОСТ 2.105 – 95 – ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. Введ. 01.01.2004. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 9 с.
3. ГОСТ 2.106 – 96 – ЕСКД. Текстовые документы. Введ. 01.01.2004. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 9 с.
4. ГОСТ 7.1 – 2003 – Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. Введ. 01.07.2004. – М.: Стандартиформ, 2010. – 52 с.
5. ГОСТ Р ИСО 7870-1 – 2011 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы. Введ. 01.12.2012. – М.: Стандартиформ, 2012. – 16 с.
6. ГОСТ Р ИСО 22514-1 – 2015 Статистические методы. Управление процессами. Часть 1. Общие принципы. Введ. 01.07.2016. – М.: Стандартиформ, 2016. – 22 с.
7. ГОСТ Р ИСО 7870-2 – 2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. Введ. 01.12.2016. – М.: Стандартиформ, 2016. – 42 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Приборные системы и автоматизация
технологических процессов»

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

по дисциплине
«Основы технического контроля»

Выполнил:
студент группы _____

Проверил:

Севастополь
20__г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Политехнический
Кафедра Приборные системы и автоматизация технологических процессов
Направление подготовки/специальность 12.03.01 Приборостроение
(код и название)

Профиль/специализация _____

Курс 4 Группа ПС/б – 41-о Семестр 8

ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ (РГР) СТУДЕНТА

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта (работы) Построение и анализ контрольных карт для количественных данных

2. Сроки сдачи студентом законченного проекта (работы) _____

3. Задание Произвести оценку качества изделия типа «ролик» по количественному признаку с использованием шкального измерительного прибора – СР-25. Размер диаметра ролика _____ мм. Используя метод контрольных карт выполнить статистический анализ хода процесса.

Студент _____

(подпись)

Руководитель проекта (работы) _____

(фамилия, инициалы, должность)

(подпись)

«_____» _____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное)

КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА

Операция						Объем выборки										Характеристика											
Нормативы						Дата						Отдел						Менеджер по качеству									
<i>UTL</i>																											
<i>LTL</i>																											
Средние	$\bar{X}$																										
Размахи	R																										
№ под- группы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Выборочные значения	1																										
	2																										
	3																										
	4																										
	5																										
Сумма $\sum X$																											
Среднее $\bar{X}$																											
Размах R																											

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(справочное)

Таблица Г.1 – Коэффициенты для вычисления линий контрольных карт

Число наблю- дений в подгруппе n	Коэффициенты для вычисления контрольных границ											Коэффициенты для вычисления центральной линии			
	$\bar{X}$ - карта			S - карта				R - карта				S		R	
	A_1	A_2	A_3	B_3	B_4	B_5	B_6	D_1	D_2	D_3	D_4	C_4	$1/C_4$	d_2	$1/d_2$
2	2,121	1,880	2,659	0,000	3,267	0,000	2,606	0,000	3,686	0,000	3,267	0,7979	1,2533	1,128	0,8865
3	1,732	1,023	1,954	0,000	2,568	0,000	2,276	0,000	4,358	0,000	2,574	0,8886	1,1284	1,693	0,5907
4	1,500	0,729	1,628	0,000	2,266	0,000	2,088	0,000	4,696	0,000	2,282	0,9213	1,0854	2,059	0,4857
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,000	4,918	0,000	2,114	0,9400	1,0638	2,326	0,4299
6	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0,000	5,078	0,000	2,004	0,9515	1,0510	2,534	0,3946
7	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,806	0,204	5,204	0,076	1,924	0,9594	1,0423	2,704	0,3698
8	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,179	1,751	0,388	5,306	0,136	1,864	0,9650	1,0363	2,847	0,3512
9	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,547	5,393	0,184	1,816	0,9693	1,0317	2,970	0,3367
10	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,276	1,669	0,687	5,469	0,223	1,777	0,9727	1,0281	3,078	0,3249
11	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,313	1,637	0,811	5,535	0,256	1,744	0,9754	1,0252	3,173	0,3152
12	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,610	0,922	5,594	0,283	1,717	0,9776	1,0229	3,258	0,3069
13	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	1,025	5,647	0,307	1,693	0,9794	1,0210	3,336	0,2998
14	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	1,118	5,696	0,328	1,672	0,9810	1,0194	3,407	0,2935
15	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,421	1,544	1,203	5,741	0,347	1,653	0,9823	1,0180	3,472	0,2880
16	0,750	0,212	0,763	0,448	1,552	0,440	1,526	1,282	5,782	0,363	1,637	0,9835	1,0168	3,532	0,2831
17	0,728	0,203	0,739	0,466	1,534	0,458	1,511	1,356	5,820	0,378	1,622	0,9845	1,0157	3,588	0,2784
18	0,707	0,194	0,718	0,482	1,518	0,475	1,496	1,424	5,856	0,391	1,608	0,9854	1,0148	3,640	0,2747
19	0,688	0,187	0,698	0,497	1,503	0,490	1,483	1,487	5,891	0,403	1,597	0,9862	1,0140	3,689	0,2711
20	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,504	1,470	1,549	5,921	0,415	1,585	0,9869	1,0133	3,735	0,2677
21	0,655	0,173	0,663	0,523	1,477	0,516	1,459	1,605	5,951	0,425	1,575	0,9876	1,0126	3,778	0,2647
22	0,640	0,167	0,647	0,534	1,466	0,528	1,448	1,659	5,979	0,434	1,566	0,9882	1,0119	3,819	0,2618
23	0,626	0,162	0,633	0,545	1,455	0,539	1,438	1,710	6,006	0,443	1,557	0,9887	1,0114	3,858	0,2592
24	0,612	0,157	0,619	0,555	1,445	0,549	1,429	1,759	6,031	0,451	1,548	0,9892	1,0109	3,895	0,2567
25	0,600	0,153	0,606	0,565	1,434	0,559	1,420	1,806	6,056	0,459	1,541	0,9896	1,0105	3,931	0,2544