

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра инноватики и менеджмента качества

**СТАТИСТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ПРИ КОНТРОЛЕ ПО КОЛИЧЕСТВЕННОМУ ПРИЗНАКУ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям и самостоятельной работе  
по дисциплинам: «Квалиметрия и управление качеством»  
для студентов специальности 200503.65;  
«Управление качеством» для студентов специальности 220601.65;  
«Управление качеством» для студентов направлений 221700.62 и 222000.62



Курган 2012

Кафедра: «Инноватика и менеджмент качества»

Дисциплины: «Квалиметрия и управление качеством» (специальность 200503.65);

«Управление качеством» (специальность 220601.65);

«Управление качеством» (направления 221700.62 и 222000.62).

Составили: канд. техн. наук В.Н. Орлов (общая редакция, разделы 2, 3, 4, приложение); канд. техн. наук В.Ф. Губанов (введение, разделы 1, 5, 6).

Утверждены на заседании кафедры

«15» декабря 2011 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«27» января 2012 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	5
2 ПОРЯДОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ.....	5
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ КАРТЫ ( $\bar{x}$ - R).....	6
4 ПРИМЕР СТАТИСТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	8
5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.....	12
6 ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ.....	12
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	14

## ВВЕДЕНИЕ

Задача статистического регулирования технологического процесса состоит в том, чтобы на основании результатов периодического контроля выборок малого объема оценивать его стабильность и корректировать наладку процесса на требуемое качество [1].

Существуют две разновидности регулирования процессов: по количественному и альтернативному (качественному) признакам.

Регулирование (или контроль) по количественному признаку заключается в определении с требуемой точностью фактических значений контролируемого параметра у отдельных представителей продукции. Затем по фактическим значениям параметра определяются статистические характеристики процесса и по ним принимаются решения о состоянии технологического процесса. Такими характеристиками являются выборочное среднее, медиана, размах и выборочное среднеквадратическое отклонение. Первые две характеристики – характеристики положения, а последние две - характеристики рассеяния случайной величины.

Регулирование (или контроль) по альтернативному признаку заключается в определении соответствия контролируемого параметра или единицы продукции установленным требованиям. При этом каждое отдельное несоответствие установленным требованиям считается дефектом, а единица продукции, имеющая хотя бы один дефект, также считается дефектной. При контроле по альтернативному признаку не требуется знать фактическое значение контролируемого параметра – достаточно установить факт соответствия или несоответствия его установленным требованиям. Поэтому для контроля используются простейшие средства: шаблоны, калибры.

В настоящее время существует несколько методов статистического регулирования технологических процессов. Наиболее распространенным является метод с использованием контрольных карт. На контрольных картах отмечают границы регулирования, обозначающие область допустимых значений, вычисленных на основании статистических данных. Выход точки за границы регулирования (или появление ее на самой границе) служит сигналом о разладке технологического процесса. Контрольная карта позволяет не только обнаружить какие-то отклонения от нормального хода процесса, но и в значительной степени объяснить причины этого отклонения.

Наибольшее применение при контроле по количественному признаку получила контрольная карта ( $\bar{x} - R$ ) [1].

Контрольная карта ( $\bar{x} - R$ ) состоит из контрольной карты ( $\bar{x}$ ), осуществляющей контроль за изменениями среднего арифметического

значения, и контрольной карты (R), осуществляющей контроль за изменениями рассеяния значений показателя качества.

## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является знакомство с методикой и видами статистического регулирования процессов, а также получение практических навыков использования контрольной карты средних и размахов ( $\bar{x}$  - R) для статистического регулирования технологических процессов.

## 2 ПОРЯДОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

Существует следующий порядок использования контрольных карт [2]:

1 Для построения любой контрольной карты необходимо предварительно определить границы регулирования. Для этой цели используют предварительные данные, обычно по 20-25 выборкам. При этом выясняют, было ли состояние качества изделий в этот период времени стабильным.

2 Если данное стабильное состояние удовлетворяет требованиям техническим условий или стандарта, то границы регулирования, установленные в пункте 1, применяются в том же виде к следующему периоду.

3 В контрольную карту, на которой установлены границы регулирования, предусмотренные в пункте 2, наносят точки на основании последующих данных.

4 Если нанесенные точки находятся в пределах границ регулирования, то можно продолжать производство, ничего не меняя. Если же точки выходят или приближаются к границе регулирования, это означает, что в технологическом процессе возникла причина, вызвавшая разладку, которую нельзя упустить из виду. Поэтому ее отыскивают и принимают меры, чтобы такое явление больше не повторялось.

5 Когда внутри границ регулирования на контрольной карте количество наблюдений достигнет еще 20-25 выборок, то по новым точечным данным делается перерасчет и границы регулирования определяются заново.

6 Если замечено, что нарушаются границы регулирования, установленные пунктом 1, или некоторые точки выходят за эти границы, то изучается причина этого явления и принимаются меры управляющего воздействия, предотвращающие его повторение. Когда меры приняты, эти точки исключаются и контрольные линии пересчитываются заново.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ КАРТЫ ( $\bar{x}$ - R)

#### I Способ обработки предварительных данных [2]

1 Отобрав выборку объемом  $n=5$  штук и измерив в ней каждое значение, заносят результаты в листок данных. Последовательно во времени доводят число таких выборок до 20-25. Число выборок обозначают буквой (K).

2 Вычисляют среднее значение  $\bar{x}$  по каждой выборке:

$$\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n} . \quad (1)$$

3 Подсчитывают размах (R) в каждой выборке:

$$R=X_{\max} -X_{\min} , \quad (2)$$

где  $X_{\max}$  ,  $X_{\min}$  - максимальное и минимальное значение (X).

4 Предварительно подготовив бланк контрольной карты, по вертикали наносят шкалу для  $\bar{x}$  и R, а по горизонтали номера выборок или время.

5 В бланк контрольной карты вносят точки значений  $\bar{x}$  и R.

6 Вычисляют среднее ( $\bar{\bar{x}}$ ) от ( $\bar{x}$ ) и среднее ( $\bar{\bar{R}}$ ) от (R):

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k} , \quad \bar{\bar{R}} = \frac{\sum R}{k} . \quad (3)$$

7 Вычисляют координаты границ регулирования ( $\bar{x}$ ) [2]:

$$\left. \begin{array}{l} - \text{верхняя граница регулирования } UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{\bar{R}} , \\ - \text{нижняя граница регулирования } LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{\bar{R}} , \end{array} \right\} \quad (4)$$

где  $A_2$  – коэффициент, зависящий от объема выборки (n) (таблица 1).

8 Вычисляют координаты границ регулирования (R) [2]:

$$\left. \begin{array}{l} - \text{верхняя граница регулирования } UCL = D_4 \cdot \bar{\bar{R}} , \\ - \text{нижняя граница регулирования } LCL = D_3 \cdot \bar{\bar{R}} , \end{array} \right\} \quad (5)$$

где  $D_3$  ,  $D_4$  –коэффициенты, зависящие от объема выборки (n) (таблица 1). Однако, когда (n) не превышает 6, то LCL контрольной карты R равна нулю [2].

Таблица 1 – Значения коэффициентов

n	$A_2$	$D_3$	$D_4$
3	1,023	-	2,58
4	0,729	-	2,28
5	0,577	-	2,12
6	0,483	-	2,0
7	0,419	0,076	1,92
10	0,308	0,223	1,78

9 В контрольную карту заносят границы регулирования. При этом средняя линия ( $\bar{\bar{x}}$ ), а также средняя линия ( $\bar{R}$ ) обозначаются сплошной линией, а границы регулирования UCL и LCL – пунктирной.

10 Если все точки ( $\bar{x}$ ) и (R) находятся внутри границ регулирования, то делается вывод, что технологический процесс находится в стабильном состоянии. Если же точки выходят за границы регулирования, то исследуются причины этого явления и принимаются меры воздействия, предупреждающие его повторения. Если управляющее воздействие дает результаты, то эти точки исключаются и координаты границ регулирования пересчитываются по новым данным, согласно пунктам 6,7,8.

11 В тех случаях, когда показатель качества имеет заданное стандартом или техническими условиями нормативное значение, рассматривают, соответствуют ли ему вычисленные координаты границ регулирования. Диапазон границ регулирования обычно близок к значению  $1/\sqrt{n}$  от поля допуска [2].

12 Если все нанесенные точки находятся в пределах границ регулирования и если эти границы соответствуют стандартным значениям допуска, то найденные границы регулирования используют для статистического регулирования технологического процесса.

## II Статистическое регулирование технологического процесса

1 Прежде всего на контрольной карте проводятся границы регулирования, установленные на основании обработки предварительных данных.

2 Отбирая выборки в ходе технологического процесса тем же способом, что и для предварительных данных, и вычисляя значения величин ( $\bar{x}$ ) и ( $\bar{R}$ ), их немедленно заносят в виде точек в контрольную карту, на которой заранее проведены границы регулирования.

3 Если нанесенные точки находятся внутри границ регулирования, то делают вывод, что технологический процесс находится в стабильном состоянии, и производство продолжают в том же виде. Если хотя бы одна точка выйдет за границы регулирования, то приходят к заключению, что в технологическом процессе появился какой-то фактор, который нельзя упустить из виду. Такие точки выделяются, например, кружками.

4 Если установлено, что появился фактор, который нельзя упускать из виду, то немедленно изучают его причину, а в отношении технологического процесса применяют управляющие воздействия, которые могли бы предупредить повторение такого явления.

Если контрольная карта ( $\bar{x}$ ) покажет, что точки выходят за границы регулирования, это будет означать, что среднее арифметическое изменилось. Причинами такого явления, например, при обработке на металлообрабатывающих станках могут быть: износ инструмента, ослабление его крепления, поломка [3].

Если в контрольной карте (R) точки выйдут за верхнюю границу регулирования, это означает, что увеличилась дисперсия, т.е. ухудшилась точность процесса. Причинами могут быть неполадки в оборудовании, приспособлении или обрабатываемой заготовке [3].

Если в течение какого-то времени последовательно осуществлять регулирование, то поскольку состояние технологического процесса изменяется, может случиться, что критерии мер воздействия, предусмотренные контрольными линиями, станут непригодными. При возникновении подобной ситуации следует вычислить и провести новые границы регулирования, используя последние данные в качестве предварительных [2].

#### 4 ПРИМЕР СТАТИСТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В цехе производится шлифование центрального отверстия втулки на внутришлифовальном станке. Размер обрабатываемого отверстия по чертежу  $\Phi 30^{+0,018}$ , таким образом, предельными размерами являются:  $D_{\max} = 30,018$  мм и  $D_{\min} = 30,000$  мм. Необходимо провести статистическое регулирование процесса шлифования. На испытание отбираются 25 выборки, объемом (n), равным 5 деталей через каждый час работы станка. В качестве измерительного инструмента используется нутромер, настроенный на размер  $\Phi 30$  мм.

Результаты контроля в виде отклонения от диаметра 30 мм приведены в таблице 2. Здесь же показаны вычисленные по формулам (1) и (2) средних арифметических значений ( $\bar{x}$ ) и размаха (R) каждой выборки.

В соответствии с методическими рекомендациями вычисляем по формулам (3) положение средних линий ( $\bar{\bar{x}}$ ) и ( $\bar{\bar{R}}$ ):

Средняя линия  $\bar{\bar{x}} = 240,6:25=9,62$ .

Средняя линия  $\bar{\bar{R}} = 193:25=7,72$ .

Далее, используя формулы (4), (5) и таблицу 1, определяем границы регулирования.

а) Контрольная карта  $\bar{x}$  :

Верхняя граница регулирования:

$$UCL=9,62+0,577\cdot7,72=14,08.$$

Нижняя граница регулирования

$$LCL=9,62-0,577\cdot7,72=5,16.$$

б) Контрольная карта R:

Верхняя граница регулирования:

$$UCL=2,12\cdot7,72=16,37.$$

Нижняя граница регулирования:

$$LCL=0\cdot7,72=0.$$

После определения значений границ регулирования строим контрольную карту ( $\bar{x}$  - R), на которую наносим найденные значения средних линий, границ регулирования и номера выборок (рисунок 1).

Отбирая выборки в ходе технологического процесса тем же способом, что и для предварительных данных (таблица 3) и вычисляя ( $\bar{x}$ ) и (R), их заносим в виде точек в контрольную карту (рисунок 1), на которой заранее проведены границы регулирования (выборки 26-35).

Таблица 2 - Результаты предварительного контроля

№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	∑X <sub>i</sub> , мкм	$\bar{x}$ , мкм	R, мкм
1	9	6	5	6	7	33	6,6	4
2	6	7	12	11	13	49	9,8	7
3	15	1	8	7	8	39	7,8	14
4	10	9	14	14	16	63	12,6	7
5	9	7	3	5	3	27	5,4	6
6	10	9	14	6	16	55	11,0	10
7	11	8	4	2	4	29	5,8	9
8	12	11	14	10	15	62	12,4	5
9	10	7	5	5	6	33	6,6	5
10	7	13	9	9	16	54	10,8	9
11	9	8	10	3	7	37	7,4	7
12	6	9	14	11	15	55	11,0	9
13	11	5	11	5	11	43	8,6	6
14	3	13	9	14	16	55	11,0	13
15	11	8	6	4	7	36	7,2	7
16	12	12	18	11	17	70	14,0	7
17	10	12	12	10	12	56	11,2	2
18	14	14	9	13	18	68	13,6	9
19	12	6	4	8	8	38	7,6	8
20	10	10	14	11	15	60	12,0	5
21	10	8	9	7	3	37	7,4	7
22	8	10	14	11	15	58	11,6	7
23	9	10	6	14	16	55	11,0	10
24	13	9	3	16	14	55	11,0	13
25	8	6	11	4	7	36	7,2	7
Всего							240,6	193

Таблица 3 - Результаты контроля для статистического регулирования технологического процесса

№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	∑X <sub>i</sub>	$\bar{x}$	R
26	8	7	6	10	12	43	8,6	6
27	10	6	14	8	10	48	9,6	8
28	7	14	12	10	15	58	11,6	7
29	5	12	14	18	9	58	11,6	13
30	12	16	18	10	18	74	14,8	8
31	6	13	10	8	5	42	8,4	8
32	5	8	12	15	14	54	10,8	10
33	1	14	16	18	8	57	11,4	17
34	4	8	11	10	13	46	9,2	9
35	5	9	15	12	8	49	9,8	10

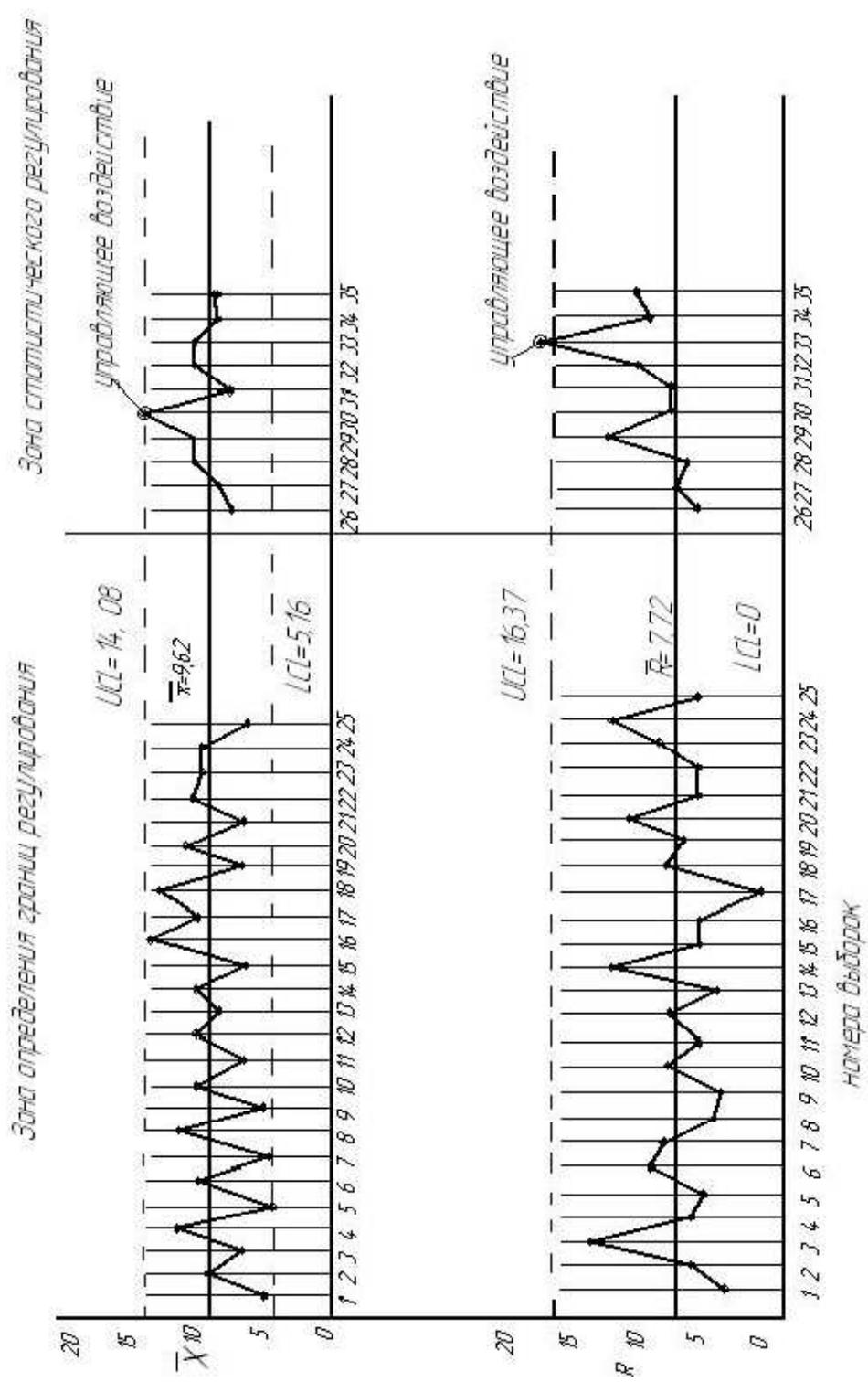


Рисунок 1 – Пример статистического регулирования технологического процесса при помощи контрольной карты  $\bar{x} - R$

Анализ зоны статистического регулирования (рис.1) показывает, что в начале (выборки 26-29) технологический процесс находится в стабильном состоянии, и нет причин вмешиваться в него. Однако в выборке 30 значение  $\bar{x}$  вышло за верхнюю границу регулирования, что свидетельствует о том, что в процессе появился фактор, влияющий на настройку оборудования. Процесс необходимо прекратить, найти и устранить причину ухудшения настройки и вновь запустить процесс. На рис. 1 видно, что такое воздействие было выполнено и значения  $\bar{x}$  в последующих выборках не выходило за границы регулирования. Аналогичным образом анализируется колебание размаха ( $R$ ). До выборки 32 процесс по точности был стабилен. Однако в выборке 33 значение ( $R$ ) вышло за границу регулирования, что свидетельствует о том, что в процессе появился какой-то фактор, ухудшающий точность. Процесс был остановлен, причина ухудшения точности найдена и устранена. При продолжении процесса точки значения размаха находятся в границах регулирования.

## 5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

- 1 Титульный лист с указанием названия выполняемой работы, Ф.И.О. студента(ов), номера группы.
- 2 Цель работы.
- 3 Исходные данные для выполнения работы, в соответствии с заданным вариантом (Приложение А).
- 4 Основные результаты выполнения работы в виде контрольной карты ( $\bar{x} - R$ ).
- 5 Выводы по работе.

## 6 ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

- 1 В чем заключается задача статистического регулирования технологического процесса?
- 2 Назовите разновидности статистического регулирования процессов и их принципиальные различия.
- 3 Какова структура контрольной карты ( $\bar{x} - R$ )?
- 4 Каким образом определяются границы регулирования на контрольной карте?
- 5 О чем свидетельствует выход точек на контрольной карте за установленные границы регулирования?
- 6 Что понимается под «управляющим воздействием»?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Ефимов В.В. Средства и методы управления качеством.-М.: КНОРУС, 2007.-232 с.
- 2 Сакато Сиро Практическое руководство по управлению качеством.-М.: Машиностроение, 1980.-215 с.
- 3 Солонин И.С. Применение математической статистики в технологии машиностроения. – Свердловск: Средне - уральское книжное изд-во, 1966.-200 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ ДИАМЕТРА ДЕТАЛЕЙ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ НА НАСТРОЕННЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

ТАБЛИЦА А1 - ВАРИАНТ I

Исходные данные: чертежный размер валика  $\varnothing 20_{-0,055}^{-0,005}$ .

Измерительный инструмент – рычажный микрометр, настроенный на размер  $\varnothing 19,940$ .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 19,940$ , мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 19,940$ , мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	10	15	12	18	30	21	20	40	28	36	34
2	18	20	28	14	12	22	14	25	35	28	40
3	42	18	24	36	20	23	28	36	34	20	32
4	15	30	20	40	18	24	12	20	26	14	18
5	50	25	34	42	30	25	18	40	35	45	24
6	17	40	44	33	28	26	24	20	48	40	36
7	28	42	48	52	30	27	38	36	44	48	18
8	15	25	40	18	36	28	36	48	50	40	35
9	24	42	50	18	30	29	38	48	46	48	40
10	25	30	24	32	40	30	20	18	15	28	30
11	28	40	32	36	30	31	24	30	18	20	38
12	10	30	25	28	40	32	15	45	18	34	20
13	40	45	50	42	36	33	16	48	34	24	40
14	20	40	33	27	44	34	50	13	27	44	17
15	12	48	34	25	40	35	40	50	8	34	15
16	18	46	50	22	30	36	5	32	55	20	12
17	20	18	14	30	24	37	14	18	28	34	40
18	28	36	45	25	40	38	20	14	38	40	24
19	20	15	40	34	24	39	36	24	20	18	30
20	38	46	40	18	14	40	30	38	26	28	40

ТАБЛИЦА А2 - ВАРИАНТ 2

Исходные данные: чертежный размер валика  $\varnothing 30_{-0,065}^{-0,005}$ .

Измерительный инструмент – рычажная скоба, настроенная на размер  $\varnothing 29,93$ .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 29,93$ , мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 29,93$ , мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	15	25	20	28	38	21	25	30	18	40	28
2	29	41	30	24	38	22	38	24	16	30	18
3	38	40	24	28	36	23	10	30	40	25	27
4	18	16	28	34	32	24	14	42	15	21	27
5	40	36	28	36	38	25	44	30	28	30	36
6	10	18	40	24	16	26	30	28	46	48	50
7	14	36	28	46	15	27	36	38	42	40	44
8	36	30	22	18	40	28	29	41	48	42	46
9	48	34	18	26	42	29	43	40	34	38	50
10	38	30	28	40	28	30	50	44	46	34	40
11	26	46	40	38	28	31	20	14	24	18	26
12	12	32	40	15	25	32	8	28	30	16	22
13	32	15	40	18	16	33	38	20	18	30	24
14	28	40	36	32	30	34	14	48	30	24	16
15	10	50	30	20	14	35	40	7	16	46	30
16	42	40	32	36	44	36	34	48	30	6	10
17	38	46	40	36	34	37	5	38	53	40	16
18	35	15	24	18	23	38	24	40	38	28	44
19	36	26	28	10	20	39	36	40	40	38	42
20	18	20	48	40	36	40	29	41	34	38	50

ТАБЛИЦА А3 - ВАРИАНТ 3

Исходные данные: чертежный размер оси  $\varnothing 8_{-0,045}$  .

Измерительный инструмент – рычажная скоба, настроенная на размер  $\varnothing 7,95$  .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 7,95$ , мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 7,95$ , мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	8,0	19	29	18	27	21	20	21	35	18	28
2	9	10	38	40	21	22	12	28	40	33	24
3	20	38	16	42	36	23	19	32	16	24	30
4	32	14	28	22	40	24	10	24	32	38	26
5	10	18	22	20	38	25	14	34	18	10	34
6	27	9	13	25	20	26	28	40	36	33	23
7	34	40	30	21	19	27	12	18	17	28	27
8	38	42	35	39	40	28	39	19	29	43	40
9	24	16	20	29	33	29	18	28	24	25	25
10	11	27	19	31	36	30	19	39	40	42	38
11	10	30	28	28	24	31	27	37	42	40	39
12	35	30	29	36	40	32	41	28	40	41	28
13	20	30	28	16	36	33	31	45	40	39	40
14	45	34	22	12	18	34	15	18	10	20	17
15	26	37	39	23	33	35	20	24	18	19	27
16	32	8	15	29	30	36	28	32	33	40	29
17	40	25	39	27	35	37	35	27	39	16	20
18	38	21	19	28	32	38	40	13	21	23	32
19	10	18	28	24	28	39	31	40	45	38	24
20	21	30	33	35	37	40	18	44	32	37	30

ТАБЛИЦА А4 - ВАРИАНТ 4

Исходные данные: размер центрального отверстия стакана  $-\varnothing 50_{+0,005}^{+0,045}$ .

Измерительный инструмент – нутромер, настроенный на размер  $\varnothing 50$ .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 50$ , мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 50$ , мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	8	12	16	10	20	21	15	24	29	18	36
2	24	18	15	20	21	22	28	20	22	23	29
3	11	32	29	18	35	23	30	16	25	25	28
4	30	24	20	16	22	24	12	19	31	30	32
5	36	28	26	22	30	25	8	40	33	32	39
6	10	16	20	14	28	26	10	40	38	30	26
7	26	38	18	24	30	27	5	42	30	20	18
8	18	28	20	24	24	28	18	26	25	30	33
9	12	38	30	22	28	29	30	32	38	34	36
10	10	40	18	14	26	30	28	36	36	40	30
11	28	38	40	24	20	31	29	35	36	42	32
12	20	14	26	28	22	32	10	14	20	18	14
13	38	40	26	25	23	33	18	22	16	20	28
14	20	28	33	27	26	34	20	28	30	22	26
15	12	30	18	20	28	35	30	16	18	21	29
16	40	18	26	25	15	36	14	38	26	30	24
17	30	30	24	28	22	37	35	15	16	20	24
18	18	39	27	36	40	38	21	27	10	25	19
19	32	28	36	30	32	39	35	30	26	28	31
20	26	16	30	18	24	40	12	18	26	20	30

ТАБЛИЦА А5 - ВАРИАНТ 5

Исходные данные: размер центрального отверстия диска  $-\varnothing 20^{+0,045}_{+0,005}$ .

Измерительный инструмент – нутромер, настроенный на размер  $\varnothing 20$ .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 20$ , мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 20$ , мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	20	25	11	30	24	21	38	30	20	24	22
2	8	15	17	20	32	22	22	36	28	30	26
3	30	27	20	18	23	23	30	18	24	20	28
4	18	12	30	25	19	24	18	24	40	31	21
5	16	29	25	7	23	25	42	10	18	16	20
6	36	26	20	12	30	26	24	18	35	29	38
7	12	15	27	24	32	27	44	20	6	28	30
8	18	24	20	20	28	28	12	18	24	14	20
9	20	10	16	24	12	29	20	28	28	26	22
10	28	40	24	20	14	30	18	10	14	20	14
11	13	21	26	18	14	31	10	8	6	10	12
12	23	29	30	20	22	32	36	30	24	38	26
13	7	15	18	28	32	33	28	32	36	18	40
14	30	39	21	34	24	34	14	28	36	30	34
15	25	20	20	17	28	35	33	15	28	26	28
16	27	7	14	16	26	36	16	28	20	22	22
17	20	14	18	26	30	37	24	36	20	18	30
18	10	16	28	12	20	38	18	18	16	14	24
19	12	13	18	27	20	39	21	9	15	14	20
20	30	21	9	28	24	40	13	27	20	24	28

ТАБЛИЦА А6 - ВАРИАНТ 6

Исходные данные: чертежный размер валика - $\varnothing 40_{-0,035}$ .

Измерительный инструмент – рычажная скоба, настроенная на размер  $\varnothing 39,96$ .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 39,96$ мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 39,96$ мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	10	14	25	18	12	21	16	10	15	9	28
2	30	16	14	25	15	22	10	18	20	24	18
3	12	22	24	27	19	23	30	19	24	20	18
4	5	12	9	18	18	24	18	14	20	25	23
5	18	32	24	27	30	25	26	25	14	22	26
6	25	25	11	20	21	26	19	30	24	28	26
7	30	32	16	14	14	27	28	16	20	22	22
8	24	28	20	25	21	28	30	30	24	22	12
9	9	15	24	20	18	29	22	24	21	23	28
10	14	18	15	38	15	30	16	20	28	30	30
11	28	36	24	30	32	31	11	23	26	20	22
12	30	30	26	24	32	32	26	26	28	30	28
13	15	21	23	30	38	33	22	18	28	28	24
14	8	15	19	11	24	34	12	16	38	30	26
15	20	25	21	22	32	35	34	12	30	22	20
16	28	32	35	31	26	36	28	20	28	24	32
17	19	23	30	29	29	37	28	30	34	32	28
18	21	18	12	24	15	38	38	26	30	29	30
19	15	27	27	13	29	39	15	15	20	18	14
20	10	30	38	34	28	40	24	20	28	26	18

ТАБЛИЦА А7 - ВАРИАНТ 7

Исходные данные: чертежный размер отверстия втулки  $\varnothing 30^{+0,035}_{+0,005}$ .

Измерительный инструмент – нутромер, настроенный на размер  $\varnothing 30$ .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 30$ мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 30$ мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	32	30	29	30	19	21	27	26	24	20	23
2	28	30	24	20	32	22	26	16	18	24	26
3	24	25	25	28	30	23	25	25	27	19	20
4	18	24	28	20	20	24	18	14	18	25	21
5	14	28	15	13	24	25	15	20	29	28	30
6	10	20	18	22	22	26	10	15	18	20	28
7	25	21	14	24	20	27	24	20	18	24	12
8	28	30	12	28	26	28	18	6	24	28	28
9	22	20	10	15	17	29	5	18	30	26	25
10	20	20	22	18	22	30	14	19	23	24	20
11	6	12	16	14	18	31	21	30	16	16	13
12	17	19	27	31	26	32	16	15	13	13	11
13	21	17	16	14	20	33	20	15	17	20	22
14	18	16	28	16	12	34	21	27	19	19	25
15	14	18	18	24	22	35	15	12	24	27	26
16	10	13	15	18	14	36	28	28	16	16	18
17	10	20	22	16	18	37	26	20	18	21	13
18	28	24	23	23	26	38	12	16	25	19	30
19	16	32	18	14	16	39	10	21	15	17	19
20	10	12	24	20	20	40	7	20	20	13	18

ТАБЛИЦА А8 - ВАРИАНТ 8

Исходные данные: чертежный размер штока -  $\varnothing 50_{-0,030}$ .

Измерительный инструмент – рычажная скоба, настроенная на размер  $\varnothing 49,965$ .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 49,965$ мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 49,965$ мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	8	12	11	13	12	21	12	10	10	12	18
2	10	10	12	12	18	22	8	15	11	18	18
3	20	13	15	11	7	23	11	13	14	16	16
4	14	18	12	14	10	24	10	18	12	16	18
5	10	16	20	14	12	25	7	15	20	19	19
6	17	15	15	17	24	26	20	16	14	14	12
7	5	9	12	14	14	27	18	20	20	24	28
8	11	17	24	20	28	28	16	8	18	20	14
9	28	17	15	18	20	29	22	26	26	20	22
10	24	20	20	9	13	30	18	10	24	24	22
11	5	18	18	24	21	31	11	19	24	24	26
12	20	28	26	24	24	32	28	28	20	21	17
13	26	11	7	28	30	33	24	18	14	20	22
14	20	18	18	24	26	34	30	24	26	24	18
15	19	23	28	30	26	35	18	14	16	18	12
16	27	21	18	26	28	36	28	27	23	24	24
17	21	13	19	19	18	37	18	18	26	26	22
18	24	30	32	26	20	38	13	27	25	25	28
19	27	27	20	17	19	39	26	24	10	24	20
20	6	15	28	28	33	40	7	28	30	32	23

ТАБЛИЦА А9 - ВАРИАНТ 9

Исходные данные: чертежный размер вала -  $\varnothing 80_{-0.04}$ .

Измерительный инструмент – рычажная скоба, настроенная на размер  $\varnothing 79,95$ .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 79,95$ мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 79,95$ мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	20	25	27	24	14	21	15	21	20	24	24
2	28	30	35	15	28	22	20	20	16	24	28
3	39	24	28	30	34	23	14	28	30	24	22
4	24	28	30	30	16	24	26	20	18	21	19
5	21	29	27	25	20	25	24	26	21	30	29
6	15	17	24	28	28	26	30	38	34	30	28
7	30	18	20	20	26	27	36	32	33	33	31
8	28	32	30	18	30	28	25	14	28	18	17
9	17	17	24	20	20	29	29	20	19	22	22
10	25	29	32	30	22	30	18	26	28	27	29
11	16	18	19	21	22	31	30	26	24	14	28
12	27	28	30	32	27	32	24	28	28	31	23
13	26	20	28	22	24	33	27	29	34	34	36
14	13	19	18	22	20	34	25	26	28	25	22
15	12	24	24	28	30	35	32	30	28	36	30
16	28	30	32	32	28	36	33	32	31	33	34
17	35	29	34	36	38	37	24	18	26	20	18
18	30	31	31	38	24	38	20	24	14	28	28
19	29	33	35	35	36	39	18	26	28	27	27
20	30	28	16	34	36	40	25	23	22	22	22

ТАБЛИЦА А10 - ВАРИАНТ 10

Исходные данные: чертежный размер центрального отверстия в шестерне -  $\varnothing 100_{+0,01}^{+0,05}$ .

Измерительный инструмент – нутромер, настроенный на размер  $\varnothing 100$ .

Результаты предварительных исследований (отклонения от размера $\varnothing 100$ , мкм)						Результаты контроля для статистического регулирования (отклонения от размера $\varnothing 100$ , мкм)					
№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	№ выборки	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	38	40	42	46	48	21	28	26	20	24	24
2	48	30	24	38	34	22	24	21	23	20	28
3	30	24	28	34	22	23	20	30	18	16	16
4	20	28	30	24	18	24	24	24	14	26	30
5	14	20	22	23	25	25	12	20	30	18	22
6	30	29	20	27	26	26	28	16	16	14	14
7	21	24	17	29	27	27	20	23	25	20	18
8	30	18	18	20	22	28	28	18	20	12	20
9	24	26	28	12	16	29	22	16	16	24	12
10	24	14	18	26	26	30	18	14	22	14	16
11	30	20	18	16	16	31	14	24	20	16	18
12	20	26	29	20	17	32	15	27	23	19	17
13	21	19	18	16	12	33	19	19	16	16	18
14	16	25	28	26	25	34	12	16	16	18	20
15	13	19	24	22	22	35	17	18	11	16	20
16	18	20	22	21	19	36	15	20	16	17	12
17	18	16	14	20	24	37	30	28	28	27	25
18	19	29	16	22	20	38	26	29	28	29	24
19	20	15	22	11	26	39	18	26	27	26	31
20	20	30	18	16	14	40	26	25	20	22	20

Орлов Валерий Николаевич

Губанов Виктор Федорович

СТАТИСТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ПРИ КОНТРОЛЕ ПО КОЛИЧЕСТВЕННОМУ ПРИЗНАКУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям и самостоятельной работе  
по дисциплинам: «Квалиметрия и управление качеством»  
для студентов специальности 200503.65;

«Управление качеством» для студентов специальности 220601.65;  
«Управление качеством» для студентов направлений 221700.62 и 222000.62

Редактор Е.А. Устюгова

---

Подписано к печати	Формат 60x84	1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл.печ.л	1,5	Усл.- изд. л.1,5
Заказ	Тираж	50	Цена свободная

---

Редакционно-издательский центр КГУ.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.