



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Управление качеством»

# **Комплекс методических указаний для практических и курсовой ра- бот по дисциплине**

## **" Статистические методы в управлении качеством "**

Авторы: Димитров В.П., Харахашян С.М.





## Оглавление

### **Практическая работа «КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ЧИСЛА И ДОЛЕЙ НЕСООТВЕТСТВУЮЩИХ ЕДИНИЦ ПРОДУКЦИИ» .....4**

Аннотация .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ПОСТРОЕНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ЧИСЛА И ДОЛЕЙ НЕСООТВЕТСТВУЮЩИХ ЕДИНИЦ ПРОДУКЦИИ	5
2 МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР .....	7
3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ .....	8
Рекомендуемая литература.....	9

### **Практическая работа «КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ЧИСЛА НЕСООТВЕТСТВИЙ» .....10**

Аннотация .....	10
ВВЕДЕНИЕ .....	11
1 ПОСТРОЕНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ЧИСЛА НЕСООТВЕТСТВИЙ.....	11
2 МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР.....	12
3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ .....	14
Рекомендуемая литература.....	15

### **Практическая работа «ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА».....16**

Аннотация .....	16
1 СТАТИСТИКИ ПРИГОДНОСТИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ПРОЦЕССА.....	17
2 МЕТОДИКА АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПРОЦЕССА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСОВ ПРИГОДНОСТИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ.....	19
3 МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР.....	20
4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ .....	22
Рекомендуемая литература.....	22

### **Практическая работа «СЕМЬ ПРОСТЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ**



<b>МЕТОДОВ. ДИАГРАММА РАЗБРОСА» .....</b>	<b>23</b>
Аннотация .....	23
ВВЕДЕНИЕ .....	24
1 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭТАПОВ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА ДИАГРАММЫ РАЗБРОСА .....	24
2 МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР .....	26
3 ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ .....	27
 <b>Курсовой проект .....</b>	 <b>29</b>
Аннотация .....	29
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	30
2 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ, ОФОРМЛЕНИЮ И СОДЕРЖАНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	32
3 УРОВНИ СЛОЖНОСТИ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И ИХ ОЦЕНКА .....	34
3 ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ .....	34
Рекомендуемая литература .....	36



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА «КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ЧИСЛА И ДОЛЕЙ НЕСООТВЕТСТВУЮЩИХ ЕДИНИЦ ПРОДУКЦИИ»**

### **Аннотация**

Методические указания предназначены для проведения практических работ по дисциплинам «Статистические методы в управлении качеством» со студентами специальности 220501, «Статистические методы контроля и управления качеством» со студентами специальности 200503 и других инженерных специальностей.

Цель работы – получение навыков построения и интерпретации контрольных карт для альтернативных данных.





## ВВЕДЕНИЕ

**Контрольная карта** — инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него, предупреждая отклонения от предъявляемых к процессу требований. Используются контрольные карты по альтернативным данным: карте *числа несоответствующих единиц* продукции ***np*** и карте *долей несоответствующих единиц* продукции ***p***.

Контрольные карты *np* и *p* могут быть построены по таким данным, как: количество бракованных карандашей; количество деталей, контролируемый размер которых не удовлетворяет допуску; количество неправильно заполненных форм записей; количество девушек, не накрасивших ресницы тушью.

Ограничения применения той или иной контрольной карты связаны с объемами подгрупп: если число контролируемых единиц в подгруппах постоянно, то могут применяться как *np*-карта, так и *p*-карта; если объемы подгрупп различны, то применяется только *p*-карта.

### 1 ПОСТРОЕНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ЧИСЛА И ДОЛЕЙ НЕСООТВЕТСТВУЮЩИХ ЕДИНИЦ ПРОДУКЦИИ

1.1 Сбор и систематизация данных (см. табл. 2 в примере).

1.2 Для каждой подгруппы определяются значения  $p_j$  о количестве несоответствующих единиц  $np_j$  в подгруппах объемом  $n_j$  по формуле:

$$p_j = \frac{np_j}{n_j}, \quad (1)$$

1.3 Определяется уровень центральной линии CL, который соответствует средним значениям статистик *np* и *p*.

Среднее значение числа несоответствующих единиц  $\overline{np}$  — отношение общего количества выявленных несоответствующих единиц к количеству проверенных подгрупп  $k$ , формула (2).

Среднее значение доли несоответствующих единиц  $\bar{p}$  — отношение числа несоответствующих единиц во всех подгруппах к общему количеству проверенных единиц, формула (3).

Формулы для вычисления средних значений:



Статистические методы в управлении качеством

$$\bar{np} = \frac{\sum_{j=1}^k np_j}{k} \quad (2)$$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{j=1}^k np_j}{\sum_{j=1}^k n_j} \quad (3)$$

1.4 Определяются уровни верхней UCL и нижней LCL контрольных границ (таблица 1).

Таблица 1 – Формулы для расчета контрольных границ

Тип карты	Центральная линия	Контрольные границы
$np$	$\bar{np}$	$\bar{np} \pm 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})}$
$p$	$\bar{p}$	$\bar{p} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$

Для  $p$ -карты уровни контрольных границ изменяются от подгруппы к подгруппе при их непостоянном объеме.

Если рассчитанное значение LCL оказывается отрицательным, то считают, что нижняя контрольная граница отсутствует.

1.5 По имеющимся данным и результатам расчетов строится контрольная карта (рис. 1).

По оси абсцисс на контрольной карте откладываются номера подгрупп.

По оси ординат на  $np$ -карте откладываются числа несоответствующих единиц, а на  $p$ -карте – доли несоответствующих единиц.

Карта, оси и наносимые линии должны быть подписаны, чтобы давать ясное представление о виде контрольной карты, значениях показателя, уровнях контрольных границ.

1.6 Интерпретация контрольной карты.

Контрольные карты используются для того, чтобы определить, находится ли процесс в статистически управляемом состоянии.

При применении контрольных карт критерием нахождения процесса в статистически управляемом состоянии являются контрольные границы.

Если нанесенное на карту значение выходит за любую из контрольных границ, то состояние статистической управляемости подвергается сомнению: необходимо выявить неслучайные (специальные) причины и исключить их.



## 2 МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР

В кондитерском цеху при управлении процессом выпечки контролируется количество недопеченных булочек. Для этого с каждого противня отбирают и проверяют по три булочки. В духовом шкафу одновременно может находиться от 15 до 20 противней, то есть количество проверяемых изделий непостоянно.

В этом случае для статистического управления процессом можно применить карту долей несоответствующих единиц в подгруппе –  $p$ -карту.

Данные, полученные в результате контроля 10 подгрупп приведены в таблице 2.

Для каждой подгруппы определена доля несоответствующих единиц по формуле (1). Например, для первой группы:

$$p = \frac{np_1}{n_1} = \frac{3}{48} = 0,0625 \cdot$$

Центральная линия  $CL$  рассчитывается по формуле (3):

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum_{j=1}^{10} np_j}{\sum_{j=1}^{10} n_j} = \frac{3 + 2 + 16 + \dots + 3}{48 + 54 + 54 + \dots + 51} = \frac{66}{540} = 0,1222$$

Уровни контрольных границ рассчитываются для каждой подгруппы отдельно по формуле из таблицы 1.

Верхняя контрольная граница для подгруппы 1:

$$UCL_1 = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_1}} = 0,1222 + 3\sqrt{\frac{0,1222(1-0,1222)}{48}} = 0,2641$$

Нижняя контрольная граница для подгруппы 1:

$$LCL_1 = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_1}} = 0,1222 - 3\sqrt{\frac{0,1222(1-0,1222)}{48}} = -0,0196$$

Все рассчитанные значения уровней контрольных границ приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Результаты контроля

№ под-группы	Объем подгруппы	Число несоответствующих единиц $np$	Доля несоответствующих единиц $p$	UCL	LCL
1	48	3	0,0625	0,264 1	-0,0196
2	54	2	0,0370	0,255 9	-0,0115



Статистические методы в управлении качеством

3	54	16	0,2963	0,255 9	-0,0115	
4	60	4	0,0667	0,249 1	-0,0046	
5	54	5	0,0926	0,255 9	-0,0115	
6	57	4	0,0702	0,252 4	-0,0079	
7	57	8	0,1404	0,252 4	-0,0079	
8	60	15	0,2500	0,249 1	-0,0046	
9	45	6	0,1333	0,268 7	-0,0243	
10	51	3	0,0588	0,259 8	-0,0154	
	$\sum n_j$	540	$\sum np$	66	$\bar{p}$	0,1222

Все значения уровней LCL отрицательны, поэтому нижняя контрольная граница отсутствует (рис. 3).

*p*-карта

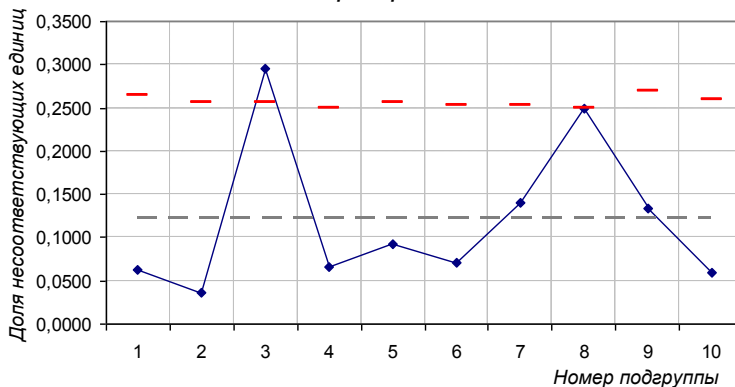


Рисунок 1 – Контрольная карта долей несоответствующих единиц

Интерпретация контрольной карты. На построенной карте две точки (подгруппы 3 и 8) выходят за контрольную границу, поэтому можно сделать вывод о том, что процесс выпечки булочек не находится в состоянии статистической управляемости.

### 3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Выбрать тип и построить контрольную карту для анализа процесса по числу несоответствующей продукции в следующих ситуациях.





Статистические методы в управлении качеством

1) Контролируется количество негерметичных упаковок сока в  $k$  партиях. В каждой партии проверяется по одной упаковке из каждой пятой коробки. Количество коробок в партиях неизменно.

2) Проверяется количество испорченных клубней картофеля, упакованного в мешки по 10 кг. Контролю подвергается по одному мешку из каждой партии. Количество партий  $k$ .

Данные выбираются по таблице 3.

**Внимание!** Если в вашей ситуации объем подгруппы должен быть постоянным, принимайте его равным объему подгруппы №1.

Таблица 3 – Исходные данные

	Варианты									
	1		2		3		4		5	
$k$	20		19		20		16		17	
№ подгруппы $j$	$n_j$	$np_j$	$n_j$	$np_j$	$n_j$	$np_j$	$n_j$	$np_j$	$n_j$	$np_j$
1	56	2	50	3	51	3	50	5	53	6
2	56	2	55	1	52	2	55	2	54	4
3	55	3	55	2	57	2	56	1	56	1
4	56	1	56	8	60	0	57	7	54	0
5	56	7	57	3	55	3	60	2	58	2
6	56	2	57	1	53	4	57	5	56	1
7	59	1	53	1	53	4	55	3	55	4
8	51	4	59	1	52	2	59	2	59	1
9	50	2	53	3	63	4	49	3	54	1
10	61	2	56	6	56	3	60	3	55	1
11	53	4	54	2	53	0	61	3	59	4
12	54	3	57	0	56	4	52	2	54	4
13	52	1	52	3	54	3	52	0	52	0
14	55	1	49	1	59	4	58	3	60	3
15	55	5	57	1	50	4	56	3	49	2
16	60	3	55	2	53	0	57	4	57	7
17	51	1	58	0	55	1	55	1	53	3
18	48	1	54	3	53	1	49	4	52	5
19	50	0	55	3	56	0	50	2	58	3
20	56	3	54	3	56	3	51	3	54	3

Рекомендуемая литература

- ГОСТ Р 50779.40-96. Статистические методы. Контрольные карты. Общее руководство и введение.
- ГОСТ Р 50779.42-99 Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА «КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ЧИСЛА НЕСООТВЕТСТВИЙ»**

### **Аннотация**

Методические указания предназначены для проведения практических работ по дисциплинам «Статистические методы в управлении качеством» со студентами специальности 220501, «Статистические методы контроля и управления качеством» со студентами специальности 200503 и других инженерных специальностей.

Цель работы – получение навыков построения и интерпретации контрольных карт для альтернативных данных.





## ВВЕДЕНИЕ

**Контрольные карты** — инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него, предупреждая его отклонения от предъявляемых к процессу требований.

Используются контрольные карты по альтернативным данным: карте *числа несоответствий*  $c$  и карте *числа несоответствий, приходящихся на единицу* продукции  $u$ .

Примерами данных, по которым могут быть построены карты  $c$  и  $u$ , являются: количество дефектов в линии, проведенной карандашом; количество сколов лакокрасочного покрытия автомобиля; количество ресничек, не окрашенных тушью; количество ошибок в заполненных формах записей; количество экзаменационных вопросов, на которые не ответили студенты.

Ограничения применения той или иной контрольной карты связаны с объемами подгрупп: если число контролируемых единиц в подгруппах постоянно, то могут применяться как  $c$ -карта, так и  $u$ -карта; если объемы подгрупп различны, то может применяться только  $u$ -карта.

### 1 ПОСТРОЕНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ЧИСЛА НЕСООТВЕТВИЙ

1.1.1 Сбор и систематизация данных (см. табл. 2 в примере).

1.2 Для  $u$ -карты определяются значения  $u_j$  для каждой подгруппы по полученным в результате контроля данным о количестве несоответствий  $c_j$  в подгруппах объемом  $n_j$  по формуле:

$$u_j = \frac{c_j}{n_j} \cdot \quad 1)$$

1.3 Определяется уровень центральной линии CL, который соответствует средним значениям статистик  $c$  и  $u$ .

Среднее значение числа несоответствий  $\bar{c}$  определяется как отношение общего количества выявленных несоответствий к количеству проверенных подгрупп  $k$ , формула (2).

Среднее значение числа несоответствий на единицу в подгруппе  $\bar{u}$  — отношение числа несоответствий во всех единицах к общему количеству проверенных единиц, формула (3).

Формулы для вычисления средних значений:



$$\bar{c} = \frac{\sum_{j=1}^k c_j}{k} \quad 2) \quad \left( \quad \bar{u} = \frac{\sum_{j=1}^k c_j}{\sum_{j=1}^k n_j} \quad 3) \quad \right)$$

1.4 Определяются уровни верхней UCL и нижней LCL контрольных границ (таблица 1).

Таблица 1 – Формулы для расчета контрольных границ

арта	К	Центральная линия	Контрольные границы
	<i>c</i>	$\bar{c}$	$\bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$
	<i>u</i>	$\bar{u}$	$\bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

Для *u*-карты уровни контрольных границ изменяются от подгруппы к подгруппе при их непостоянном объеме.

Если рассчитанное значение LCL оказывается отрицательным, то считают, что нижняя контрольная граница отсутствует.

1.5 По имеющимся данным и результатам расчетов строится контрольная карта (рисунок 1).

По оси абсцисс на контрольной карте откладываются номера подгрупп.

По оси ординат на *c*-карте откладывается число несоответствий, а на *u*-карте – число несоответствий на единицу изделия.

Карта, оси и наносимые линии должны быть подписаны, чтобы давать ясное представление о виде контрольной карты, значениях показателя, уровнях контрольных границ.

### 1.6 Интерпретация контрольной карты.

Контрольные карты используются для того, чтобы определить, находится ли процесс в статистически управляемом состоянии. При применении контрольных карт критерием нахождения процесса в статистически управляемом состоянии являются контрольные границы.

Если нанесенное на карту значение выходит за любую из контрольных границ, то состояние статистической управляемости подвергается сомнению: необходимо выявить неслучайные (специальные) причины и исключить их.

## 2 МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР

Контролируется количество дефектов (сколов, потеков, царапин и др.) эмалевого покрытия кастрюли. Для этого в течение 20 дней ежедневно проверяют по 50 кастрюль.



### Статистические методы в управлении качеством

В этом случае для статистического управления процессом можно применить карту числа несоответствий в подгруппе – *c*-карту.

Данные, полученные в результате контроля, приведены в таблице 3.

Центральная линия CL рассчитывается по формуле (2):

$$CL = \bar{c} = \frac{\sum_{j=1}^k c_j}{k} = \frac{9+13+9+\dots+10}{20} = \frac{206}{20} = 10,3$$

Уровни контрольных границ рассчитываются по формулам из таблицы 1.

Верхняя контрольная граница:

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 10,3 + 3\sqrt{10,3} = 19,93$$

Нижняя контрольная граница:

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 10,33 - 3\sqrt{10,3} = 0,67$$

Рассчитанные значения приведены в таблице 2.

Построенная контрольная карта приведена на рисунке 1.

*c*-карта

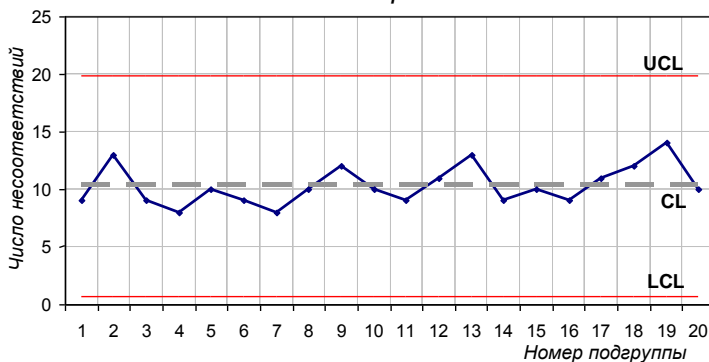


Рисунок 1 – Контрольная карта числа несоответствующих единиц



Таблица 2 – Результаты контроля

№ под- группы	Объем под- группы	Число несоответст- вий $c$	CL	U	CL
1	50	9			
2	50	13			
3	50	9			
4	50	8			
5	50	10			
6	50	9			
7	50	8			
8	50	10			
9	50	12			
10	50	10			
11	50	9	9,93	1	,67
12	50	11			
13	50	13			
14	50	9			
15	50	10			
16	50	9			
17	50	11			
18	50	12			
19	50	14			
20	50	10			
			10,3		

Интерпретация контрольной карты. На построенной карте ни одна из точек не выходит за контрольные границы, поэтому можно сделать вывод о том, что процесс находится в состоянии статистической управляемости.

### 3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Выбрать вид и построить контрольную карту для статистического управления процессом по числу несоответствий в следующих ситуациях.

Деталь имеет 12 резьбовых отверстий. В течение  $k$  дней с помощью резьбового калибра контролируется качество нарезания резьбы. Объемы подгрупп не изменяются.

2) После нанесения на деталь гальванического покрытия контролируется количество допущенных дефектов. В течение  $k$  дней три раза в день отбирают выборку, объем которой составляет 5% от количества обрабатываемых деталей. Объем производства непостоянный.



Статистические методы в управлении качеством

Данные выбираются по таблице 3.

**Внимание!** Если в вашей ситуации объем подгруппы должен быть постоянным, принимайте его равным объему подгруппы №1.

Таблица 3 – Исходные данные

<i>k</i>	Варианты									
	1		2		3		4		5	
<i>k</i>	20		19		20		16		17	
№ подгруппы <i>j</i>	<i>n<sub>j</sub></i>	<i>c<sub>j</sub></i>	<i>n<sub>j</sub></i>	<i>c<sub>j</sub></i>	<i>n<sub>j</sub></i>	<i>c<sub>j</sub></i>	<i>n<sub>j</sub></i>	<i>c<sub>j</sub></i>	<i>n<sub>j</sub></i>	<i>c<sub>j</sub></i>
1	56	2	50	3	51	3	50	5	53	6
2	56	2	55	1	52	2	55	2	54	4
3	55	3	55	2	57	2	56	1	56	1
4	56	1	56	8	60	0	57	7	54	0
5	56	7	57	3	55	3	60	2	58	2
6	56	2	57	1	53	4	57	5	56	1
7	59	1	53	1	53	4	55	3	55	4
8	51	4	59	1	52	2	59	2	59	1
9	50	2	53	3	63	4	49	3	54	1
10	61	2	56	6	56	3	60	3	55	1
11	53	4	54	2	53	0	61	3	59	4
12	54	3	57	0	56	4	52	2	54	4
13	52	1	52	3	54	3	52	0	52	0
14	55	1	49	1	59	4	58	3	60	3
15	55	5	57	1	50	4	56	3	49	2
16	60	3	55	2	53	0	57	4	57	7
17	51	1	58	0	55	1	55	1	53	3
18	48	1	54	3	53	1	49	4	52	5
19	50	0	55	3	56	0	50	2	58	3
20	56	3	54	3	56	3	51	3	54	3

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ Р 50779.40-96. Статистические методы. Контрольные карты. Общее руководство и введение.
2. ГОСТ Р 50779.42-99 Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА «ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА»**

### **Аннотация**

Методические указания предназначены для проведения практических работ по дисциплинам «Статистические методы в управлении качеством» со студентами специальности 220501 и «Статистические методы контроля и управления качеством» со студентами специальности 200503, и других инженерных специальностей.

Цель работы – получение студентами навыков оценки соответствия процесса установленным требованиям.







## 1 СТАТИСТИКИ ПРИГОДНОСТИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ПРОЦЕССА

Процедура определения статистик, используемых для оценки характеристик качества процесса, установлена ГОСТ Р ИСО 21747, и распространяется только на непрерывные характеристики.

Ключевыми понятиями статистического управления процессами являются стабильность процесса и состояние статистической управляемости процесса.

Стабильный процесс, процесс в состоянии статистической управляемости – процесс с постоянным средним, изменчивость которого вызвана только случайными причинами.

Для оценки стабильности и статистической управляемости процесса применяют контрольные карты Шухарта.

Изменчивость процесса характеризуют средним квадратическим отклонением (СКО). Различают *собственную* и *полную* изменчивости процесса.

Собственная изменчивость присуща процессам, находящимся в статистически управляемом состоянии, и вызвана случайными причинами. При оценке собственной изменчивости СКО  $S_w$  может определяться по формулам:

$$S_w = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (1), \quad S_w = \frac{\sum S_i}{mc_4} \quad (2) \quad \text{или} \quad S_w = \sqrt{\frac{\sum S_i^2}{m}} \quad (3)$$

где  $\bar{R}$  – среднее арифметическое значение размаха;  $m$  – количество подгрупп объемом  $n$ ;  $S_i$  – выборочное СКО  $i$ -й подгруппы;

$d_2, c_4$  – константы, соответствующие значению  $n$  (по ГОСТ Р 50779.42).

Полная изменчивость процесса вызвана как случайными, так и специальными причинами. Для оценки полной изменчивости определяется СКО  $S_t$  (в случае нормального распределения):

$$S_t = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (X_i - \bar{X}_i)^2} \quad (4)$$

где  $N$  – объем выборки (она может включать  $m$  подгрупп объемом  $n$ );

$$\bar{X}_i = \frac{1}{N} \sum X_i \quad (5)$$

Для процесса в состоянии статистической управляемости оценки  $S_w$  и  $S_t$  сходятся.



## Статистические методы в управлении качеством

Различают *показатели* и *индексы* пригодности и воспроизводимости процесса.

Показатели пригодности и воспроизводимости процесса представляют собой статистические показатели выходной характеристики качества процесса, позволяющие оценить способность процесса поддерживать выходную характеристику на уровне установленных требований.

Показатель воспроизводимости применяют только для процессов, находящихся в состоянии статистической управляемости, если это не подтверждено, то применяют показатель пригодности.

В случае нормального распределения в качестве оценок показателей пригодности и воспроизводимости принимают величину:

$$\mu \pm zS \quad (6)$$

где  $\mu$  – среднее значение, принимаемое равным  $\bar{X}_t$  или  $\bar{\bar{X}}$  (уровень центральной линии на X-карте);

$z$  – квантиль функции Лапласа. Выбор значения  $z$  зависит от требуемого значения показателя процесса в несоответствующих единицах продукции на миллион. Обычно  $z$  равно 3, 4 или 5, что соответствует 2700, 64 и 0,6 несоответствующим единицам на миллион.

Индекс пригодности процесса  $P_p$  – индекс отражающий устойчивость процесса, стабильность которого не подтверждена, относительно установленных границ:

$$P_p = \frac{U - L}{6S_t} \quad (7)$$

где  $U$  и  $L$  – верхняя и нижняя границы поля допуска;  $6S_t$  – длина опорного интервала для нормального распределения.

Для оценки устойчивости процесса, стабильность которого не подтверждена, относительно нижней и верхней границ поля допуска введены соответственно нижний  $P_{pkL}$  и верхний  $P_{pkU}$  индексы пригодности:

$$P_{pkL} = \frac{\mu - L}{3S_t} \quad (8) \quad P_{pkU} = \frac{U - \mu}{3S_t} \quad (9)$$

Индекс воспроизводимости процесса  $C_p$  – индекс, отражающий устойчивость стабильного процесса относительно установленных границ поля допуска:



Статистические методы в управлении качеством

$$C_p = \frac{U - L}{6S_w} \tag{10}$$

Для оценки устойчивости стабильного процесса относительно нижней и верхней границ поля допуска введены соответственно нижний  $C_{pkL}$  и верхний  $C_{pkU}$  индексы пригодности:

$$C_{pkL} = \frac{\mu - L}{3S_w}, \tag{11} \quad C_{pkU} = \frac{U - \mu}{3S_w} \tag{12}$$

Общая доля несоответствующих единиц продукции определяется как сумма верхней  $p_U$  и нижней  $p_L$  долей несоответствующих единиц:

$$p_p = p_U + p_L = \Phi\left(\frac{\mu - U}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{L - \mu}{\sigma}\right) \tag{13}$$

где  $\Phi$  – функция Лапласа;  $\sigma$  – СКО ( $S_t$  или  $S_w$ ).

Под верхней и нижней долями несоответствующих единиц продукции понимаются части распределения характеристики, которым соответствуют значения больше верхней и меньше нижней границ поля допуска.

## 2 МЕТОДИКА АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПРОЦЕССА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСОВ ПРИГОДНОСТИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ

2.1 По результатам измерений характеристики процесса построить контрольную карту  $\bar{X} - R$  и оценить состояние процесса.

2.2 Оценить изменчивость процесса:

- если стабильность процесса подтверждена, то определить  $S_w$  по формуле (1);

- если стабильность процесса не подтверждена, то определить  $S_t$  по формуле (4).

2.3 Определить показатель пригодности или воспроизводимости процесса по формуле (6).

2.4 Определить значения индексов пригодности или воспроизводимости процесса:

- для процесса, стабильность которого не подтверждена, определить значения  $P_{pr}$ ,  $P_{pkL}$ ,  $P_{pkU}$  по формулам (7-9);

- для стабильного процесса определить значения  $C_{pr}$ ,  $C_{pkL}$ ,  $C_{pkU}$  по формулам (10-12).

Если полученные значения индексов меньше 1, то воспроизводимость (пригодность) процесса неудовлетворительна.

2.5 Оценить ожидаемый уровень несоответствий продукции в несоответствующих единицах на миллион. Для этого необходи-



### Статистические методы в управлении качеством

мо по формуле (13) определить долю несоответствующих единиц и умножить полученное значение на 1 млн.

### 3 МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР

В течение рабочей недели (5 дней) производились измерения диаметра вала 15/7 после обработки на токарном станке. Ежедневно контролю подвергалось по три выборки из 7 деталей каждая. С помощью контрольной карты  $\bar{X} - R$  установлено, что процесс находится в стабильном состоянии. При этом получены следующие данные: центральная линия  $\bar{X}$ -карты  $CL = \bar{\bar{X}} = 14,993$  мм, средний размах  $\bar{R} = 0,0034$  мм. Требуется оценить возможности процесса удовлетворять установленным требованиям:

- границы поля допуска для размера 15/7:  $L=14,982$  (мм) и  $U=15,000$  (мм);

- допустимый уровень несоответствий (ppm): 64 единицы на миллион.

Решение.

Так как стабильность процесса подтверждена, то оценка изменчивости определяется по формуле (1), для  $n=7$  значение коэффициента  $d_2=2,704$ :

$$S_w = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,0034}{2,704} = 0,00126 \text{ (мм)}.$$

При расчете показателя воспроизводимости процесса принимаем  $\mu = \bar{\bar{X}} = 14,993$ ,  $z=4$ , т.к. требуемое значение несоответствующих единиц продукции на миллион равно 64, и  $S=S_w$ :

$$14,993 \pm 4 \cdot 0,00126 \text{ или } 14,993 \pm 0,00504 \text{ (мм)}.$$

Определяем значения индексов воспроизводимости процесса:

$$C_p = \frac{U - L}{6S_w} = \frac{15,000 - 14,982}{6 \cdot 0,00126} = \frac{0,018}{0,00756} = 2,38,$$

$$C_{pkL} = \frac{\bar{\bar{X}} - L}{3S_w} = \frac{14,993 - 14,982}{3 \cdot 0,00126} = \frac{0,011}{0,00378} = 2,91,$$

$$C_{pkU} = \frac{U - \bar{\bar{X}}}{3S_w} = \frac{15,000 - 14,993}{3 \cdot 0,00126} = \frac{0,007}{0,00378} = 1,85.$$

Все полученные значения индексов свидетельствуют о том, что процесс удовлетворяет установленным требованиям. Однако наименьший из  $C_{pkL}$  и  $C_{pkU}$  индекс воспроизводимости – верхний  $C_{pkU}$  свидетельствует о том, что устойчивость процесса относи-



## Статистические методы в управлении качеством

тельно верхней границы поля допуска сравнительно низка.

Определим долю несоответствующих единиц продукции:

$$p_p = p_U + p_L = \Phi\left(\frac{14,993 - 15,000}{0,00126}\right) + \Phi\left(\frac{14,982 - 14,993}{0,00126}\right) = \\ = \Phi(-5,56) + \Phi(8,73)$$

Значения функции Лапласа можно определить по соответствующей таблице, либо с помощью специальной функции MS Office Excel. В таблицах математической статистики максимальное значение аргумента функции Лапласа равно 5,0, потому что при увеличении значения аргумента значение функции асимптотически приближается к 0,5. Например,  $\Phi(5,0)=0,49999971335$ ,  $\Phi(5,05)=0,49999982097$ , и, как видно, эти значения можно принять равными 0,5.

Это округление практически не окажет влияния на результаты расчетов.

В рассматриваемом случае принимаем

$$\Phi(-5,56) + \Phi(8,73) \approx -0,5 + 0,5 = 0.$$

То есть доля несоответствующих единиц продукции практически равна 0.

С помощью MS Office Excel получено следующее

$$\Phi(-5,56) + \Phi(8,73) \approx -0,5 + 0,5 = -0,499999987 + 0,5 = 0,000000013$$

Полученное значение соответствует 0,013 несоответствующим единицам продукции на миллион, что меньше допустимого значения 64.

Вывод: процесс соответствует установленным требованиям.



## 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

По приведенным в таблице 1 данным оценить соответствие процесса установленным требованиям.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант	Размер	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{R}$	Стабильность	$d_2$	$S_t$	ppm
1	15 -0,018	15,000	0,003 5	Да	2,326	0,0014	2700
2	15 <sup>-0,006</sup> -0,024	14,996	0,012 0	Нет	2,534	0,0110	64
3	15 -0,008	14,998	0,005 6	Да	2,704	0,0025	2700
4	15 <sup>0,009</sup> 0,001	15,001	0,021 0	Нет	2,847	0,0270	64
5	15 <sup>0,009</sup> -0,009	14,995	0,001 7	Да	2,970	0,0081	2700

### Рекомендуемая литература

- ГОСТ Р ИСО 21747-2010 Статистические методы. Статистики пригодности и воспроизводимости процесса для количественных характеристик качества
- ГОСТ Р 50779.42-99 Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА «СЕМЬ ПРОСТЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ. ДИАГРАММА РАЗБРОСА»**

### **Аннотация**

Методические указания предназначены для проведения практических работ по дисциплинам «Статистические методы в управлении качеством» со студентами специальности 220501, «Статистические методы контроля и управления качеством» со студентами специальности 200503 и других инженерных специальностей.

*Цель работы* состоит в приобретении навыков использования диаграммы разброса при решении задач управления качеством.





## ВВЕДЕНИЕ

**Диаграмма разброса** (рассеивания) – инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих факторов.

Диаграмма рассеивания дает возможность выдвинуть гипотезу о наличии или отсутствии корреляционной связи между двумя случайными величинами, например: показателем качества и влияющим на нее фактором; двумя различными показателями качества; двумя факторам, влияющими на качество.

### 1 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭТАПОВ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА ДИАГРАММЫ РАЗБРОСА

1.1 Сбор парных данных ( $X$ ,  $Y$ ), между которыми исследуется зависимость. Желательно наличие не менее 30 пар данных.

1.2 Нанесение каждой пары данных на координатную плоскость  $OXY$  точкой с координатами ( $X$ ,  $Y$ ). Если в разных наблюдениях получаются одинаковые значения, покажите эти точки, например, рисуя концентрические кружки.

1.3 Нанесение всех необходимых обозначений: название диаграммы, интервал времени, число пар данных, названия и единицы измерения для каждой оси, данные о составителе диаграммы.

1.4 Анализ диаграммы. Чем сильнее связь между величинами, тем теснее будут группироваться точки вокруг определенной линии, выражающей форму связи.

На рис. 1 показан пример прямой (положительной) связи (при увеличении  $X$  значения  $Y$  увеличиваются), а на рис. 2 – обратной (отрицательной) связи (при увеличении  $X$  значения  $Y$  уменьшаются). В этих случаях управляя величиной  $X$  можно получить требуемое значение  $Y$ .

На рис. 1а и 2а точки расположены более тесно к гипотетической прямой линии, чем на рис. 1б и 2б, поэтому можно говорить о более сильной связи.

На рис. 3 показан пример, когда никакой выраженной зависимости между  $X$  и  $Y$  не наблюдается. В этом случае необходимо продолжить поиск факторов, влияющих на  $Y$ , исключив из этого поиска фактор  $X$ .

Между параметрами  $X$  и  $Y$  возможны также случаи нелинейной зависимости (рис. 4). В этом случае диаграмму разброса можно разделить на участки, имеющие прямолинейный характер, и исследовать каждый участок в отдельности.



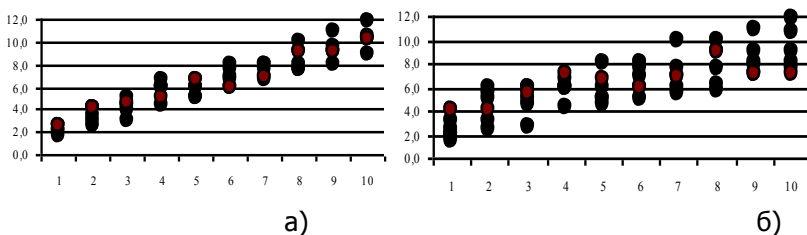


Рисунок 1 – Прямо пропорциональная связь (положительная)

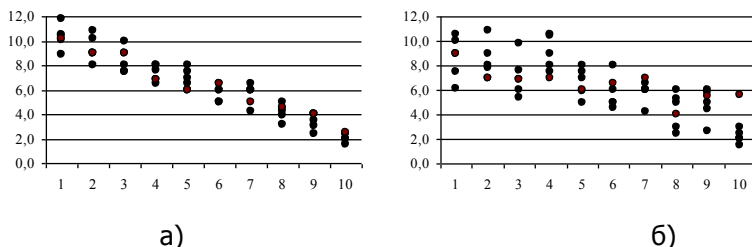


Рисунок 2 – Обратно пропорциональная связь (отрицательная)

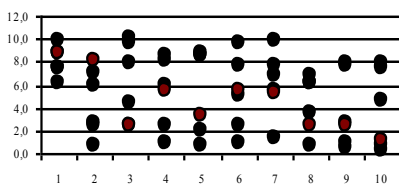


Рисунок 3 – Связь отсутствует

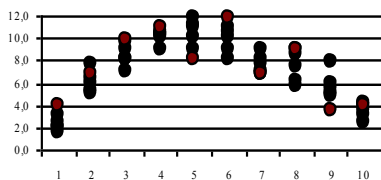


Рисунок 4 – Связь нелинейная

Количественная оценка силы связи между исследуемыми факторами определяется посредством коэффициента корреляции  $r$  по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{n \cdot \sigma_X \cdot \sigma_Y} = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \cdot \sqrt{n \cdot \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}}$$

где  $n$  – число пар значений исследуемых факторов;  $\bar{X}, \bar{Y}$ ,  $\sigma_X, \sigma_Y$  – средние значения и среднеквадратические отклонения.

Если  $r = \pm 1$ , можно предположить наличие корреляционной зависимости близкой к функциональной.

Если  $r = 0$ , можно предположить, что линейная корреляционная связь отсутствует, либо связь существенно нелинейная.



## Статистические методы в управлении качеством

Чем ближе коэффициент корреляции к единице, тем теснее зависимость между параметрами. Принято считать, что:

при  $r \approx 0,3$  – слабая связь, при  $r = 0,3 - 0,7$  – средняя связь,  
 при  $r \approx 0,7$  – сильная связь, при  $r \geq 0,9$  – весьма сильная связь.

Для оценки значимости  $r$  при малом объеме выборки ( $n \leq 30$ ) используется  $z$ -преобразование Фишера. Статистика  $z$  определяется по формуле:

$$z = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1+r}{1-r} \right),$$

(2)

Область принятия гипотезы о нулевой корреляции имеет вид:

$$-z_{\alpha/2} \leq \frac{\sqrt{n-3}}{2} \ln \left( \frac{1+r}{1-r} \right) < z_{\alpha/2}, \quad (3)$$

где  $z$  – стандартная, нормально распределенная случайная величина (таблица 1). Если расчетное значение окажется вне этого интервала, то это будет признаком наличия статистической корреляции с уровнем значимости  $\alpha$ .

Таблица 1 – Значения  $z$

$\alpha$	0,05	0,02	0,01	0,1
$z_{\alpha/2}$	1,96	2,32	2,58	1,64

## 2 МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР

Рассмотрим статистические данные для двух факторов  $X$  и  $Y$ , приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Данные к примеру

$X$	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
$Y$	92	95	96	90	89	86	90	83	85	80	78	76	72	75

**Задание.** Построить диаграмму разброса; рассчитать выборочный коэффициент корреляции и проверить его значимость при  $\alpha = 0,05$ .

**Решение.** По данным таблицы 2 строится диаграмма разброса (рис. 5). На диаграмме видно, что связь между исследуемыми факторами обратно пропорциональная, т. е. с увеличением  $X$  значения  $Y$  уменьшаются.



## Статистические методы в управлении качеством

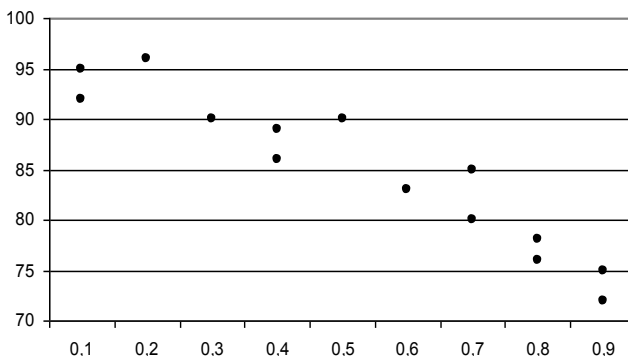


Рисунок 5 – Диаграмма разброса для примера

Рассчитанное значение коэффициента корреляции  $r = -0,945$  говорит о наличии достаточно сильной обратно пропорциональной зависимости между данными факторами.

Проверка значимости коэффициента корреляции проведена с помощью z-преобразования Фишера. Расчеты показали, что  $z_{\text{расч.}} = 5,87 > z_{\alpha/2} = 1,96$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Таким образом, нет оснований сомневаться в наличии связи между исследуемыми факторами.

### 3 ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

По данным таблицы 3 построить диаграмму разброса. Определить значение коэффициента корреляции. Оценить его значимость при различных уровнях значимости.



Статистические методы в управлении качеством

Таблица 3 – Исходные данные

№ варианта	Параметры	Значения	$\alpha$
1	Y	4,1; 3,4; 3,3; 3,0; 4,7; 4,6; 3,0; 4,6; 4,6; 3,6; 3,5; 4,0; 3,6; 3,1; 3,3; 4,5; 2,8; 3,7; 3,8; 3,9	0,05 0,01
	X	3,4; 3,1; 3,0; 2,8; 3,7; 3,5; 2,9; 3,7; 3,5; 3,2; 3,0; 3,5; 3,3; 3,1; 3,3; 3,9; 2,9; 3,2; 3,4; 3,4	
2	Y	66; 59; 86; 87; 80; 31; 64; 45; 24; 31; 31; 71; 52; 66; 66; 17; 24; 24; 31; 31; 43; 38; 51; 38; 38; 38; 24; 30; 38; 10; 16; 21; 17; 24; 31; 3; 8; 6; 14	0,01 0,02
	X	3; 3; 5; 5; 7; 7; 9; 9; 9; 9; 11; 11; 11; 11; 11; 13; 13; 13; 13; 13; 13; 13; 13; 13; 13; 15; 15; 15; 17; 17; 17; 17; 17; 19; 19; 21	
3	Y	66; 59; 86; 87; 80; 31; 64; 45; 24; 31; 31; 71; 52; 66; 66; 17; 24; 24; 31; 31; 43; 38; 51; 38; 38; 38; 24; 30; 38; 10; 16; 21; 17; 24; 31; 3; 8; 6; 14	0,05 0,01
	X	3; 3; 3; 5; 7; 7; 9; 9; 9; 9; 11; 11; 11; 11; 13; 13; 13; 13; 13; 13; 13; 13; 15; 15; 15; 15; 15; 17; 17; 17; 17; 17; 19; 21; 21; 21	
4	Y	98; 90; 56; 78; 45; 76; 65; 67; 65; 45; 45; 70; 54; 45; 50; 34; 2; 28; 32; 12; 23; 23; 21; 8; 4; 16; 12; 4; 6; 9	0,01 0,02
	X	3; 3; 3; 5; 5; 5; 5; 7; 7; 7; 11; 11; 11; 13; 13; 13; 15; 15; 15; 15; 17; 17; 17; 19; 19; 19; 21; 21; 21; 23; 23; 23	
5	Y	98; 90; 56; 78; 45; 76; 65; 67; 65; 45; 45; 70; 54; 45; 50; 34; 25; 28; 32; 12; 23; 23; 21; 8; 4; 16; 12; 4; 6; 9	0,1 0,01
	X	3; 3; 3; 5; 5; 5; 5; 7; 7; 7; 11; 11; 11; 13; 13; 13; 15; 15; 15; 15; 17; 17; 17; 19; 19; 19; 21; 21; 21; 23; 23; 23	
6	Y	6; 12; 4; 24; 17; 16; 23; 14; 26; 34; 25; 28; 32; 12; 23; 53; 48; 60; 58; 76; 67; 58; 69; 78; 78; 76; 71; 67; 87; 80	0,01 0,02
	X	3; 3; 3; 5; 5; 5; 5; 7; 7; 7; 11; 11; 11; 13; 13; 13; 15; 15; 15; 15; 17; 17; 17; 19; 19; 19; 21; 21; 21; 23; 23; 23	



## КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

### Аннотация

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта по дисциплине «Статистические методы контроля и управления качеством» студентами специальности 200503.





## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1 Цель курсового проектирования

Целью курсового проектирования по дисциплине «Статистические методы контроля и управления качеством» является закрепление теоретических знаний и приобретение навыков использования инструментов статистического управления качеством.

Курсовой проект является самостоятельной студенческой разработкой, направленной на решение актуальных производственных задач.

Курсовые проекты выполняются студентами на основе полученных теоретических знаний, результатов производственных практик, результатов научно-исследовательских работ (если студенты непосредственно участвовали в них).

### 1.2 Направления курсового проектирования

Темы и направления курсового проектирования должны соответствовать задачам профессиональной деятельности специалиста по специальности 200503 «Стандартизация и сертификация», относящимся к курсу «Статистические методы контроля и управления качеством»:

- а) производственно-технологическая деятельность:
  - непрерывное исследование производственных процессов с целью выявления производительных действий и потерь;
  - технологические основы формирования качества и производительности труда;
  - метрологическое обеспечение проектирования, производства и эксплуатации;
  - разработка методов и средств повышения безопасности и экологичности процессов;
  - применение информационных технологий в статистическом управлении качеством.
- б) организационно-управленческая деятельность:
  - содержание управленческого учета и практическое использование показателей переменных и постоянных затрат на обеспечение качества продукции;
  - организация контроля и проведения испытаний в процессе производства;
  - организация мероприятий по улучшению качества продукции и оказания услуг;
- в) научно-исследовательская деятельность:
  - анализ, синтез и оптимизация процессов обеспечения ка-



## Статистические методы в управлении качеством

чества испытаний, сертификации продукции с применением проблемно-ориентированных методов;

- анализ состояния и динамика показателей развития систем управления качеством продукции и услуг;

- анализ и разработка новых более эффективных методов и средств контроля технологических процессов;

- исследование, анализ и разработка статистических методов контроля качества;

- исследование методов планирования качества;

- исследование и разработка принципов обеспечения и управления качеством продукции и услуг;

г) проектная деятельность:

- разработка современных методов проектирования систем управления качеством, формирование целей проекта, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей;

- проектирование и совершенствование коммуникационных процессов и процедур признания заслуг качественно выполненной работы;

- использование информационных технологий и систем автоматизированного проектирования в профессиональной сфере на основе системного подхода;

- проектирование моделей систем управления качеством с построением обобщенных вариантов решения проблемы и анализом этих вариантов, прогнозирование последствий задания на каждого варианта, нахождение решения в условиях многокритериальности и неопределенности.

Примерные варианты формулировок тем курсовых проектов:

- «Статистическое обеспечение качества производства газовых приборов на ЗАО «Ростовгазоаппарат»;

- «Разработка методики статистического управления процессом механической обработки заготовки зубчатого колеса РКТ 801.04.000.605 на ООО «Сельхоздеталь-ТТ»;

- «Статистическая обработка данных испытаний кирпича марки М-125».

Тема курсового проекта формулируется:

- на основе материалов производственной практики студента;

- на основе хоздоговорной и бюджетной тематики работ кафедры;

- самостоятельно студентом по согласованию с преподава-



телем;

- руководителем курсового проектирования (только в том случае, если тема не была определена студентом в установленные сроки).

Тема, объем и содержание курсового проекта определяются заданием на курсовое проектирование, которое составляется студентом совместно с руководителем.

## **2 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ, ОФОРМЛЕНИЮ И СОДЕРЖАНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### 2.1. Структура курсового проекта

Курсовой проект состоит из двух частей: пояснительной записки (текстовая часть) и графической части.

Требования к оформлению курсовых проектов установлены стандартом ДГТУ.

Курсовой проект должен иметь титульный лист и ведомость курсового проекта на бланках установленной формы.

Титульный лист курсового проекта, ведомость курсового проекта и задание на курсовое проектирование должны быть сброшюрованы с пояснительной запиской в указанном порядке.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 (кроме приложений) и включает:

- титульный лист пояснительной записки – на бланке установленной формы;
- содержание – на листах с рамкой и основной надписью для текстовых документов;
- введение – на листах с рамкой;
- основная часть – на листах с рамкой;
- заключение – на листах с рамкой;
- список использованных источников – на листах с рамкой;
- приложения – на листах любого формата.

Пояснительная записка должна иметь сквозную нумерацию листов. Первым листом пояснительной записки при нумерации считается титульный лист пояснительной записки. Номера листов наносятся, начиная со второго листа (лист «содержание»).

Графическая часть курсового проекта должна включать иллюстративный материал на 2 – 3 листах формата А1 с рамкой и основной надписью.

### 2.2 Содержание курсового проекта

При составлении пояснительной записки рекомендуется





## Статистические методы в управлении качеством

придерживаться следующих положений.

Во введении необходимо дать краткое обоснование актуальности темы и перспективности работ в выбранном направлении. Целесообразно во введении привести ссылки на различные документы (международные договоры, законы, постановления, стандарты и др.), периодические издания (например, журналы «Стандарты и качество», «Главный метролог»), работы авторитетных специалистов, подтверждающие актуальность и важность темы.

Рекомендуемый объем введения – 1 – 2 листа.

Основная часть пояснительной записки может включать следующие разделы:

- 1) состояние вопроса, цель и задачи работы;
- 2) теоретический раздел;
- 3) обоснование практического решения поставленной задачи (проблемы);
- 4) практическое использование статистических методов.

В разделе «состояние вопроса, цель и задачи работы» приводятся краткие сведения о предприятии-базе практики, описание рассматриваемой продукции, услуги, технологического процесса, системы или другого объекта. В этот раздел так же следует включать результаты анализа литературных источников по тематике работы. Завершается раздел постановкой цели и основных задач курсового проектирования.

Теоретический раздел включает обзор, описание и анализ существующих статистических методов, сфер их использования, ограничений. Здесь же дается анализ нормативной и технической документации. В этот раздел следует включать математическое обоснование применяемых методов контроля и управления качеством.

В разделе «обоснование практического решения поставленной задачи» должно быть предложено решение рассматриваемой в проекте проблемы. Здесь приводится методика использования статистического метода или совокупности нескольких методов при решении конкретной задачи. При необходимости приводятся правила отбора проб, формирования выборок. Если это предполагается поставленными задачами, то в этом разделе должны быть рассмотрены направления улучшения исследуемых объектов (продукции, услуги, процесса и др.), методы оценки достигнутых результатов.



## Статистические методы в управлении качеством

Раздел «практическое использование статистических методов» должен содержать примеры решения практических задач. Здесь приводятся исходные данные, этапы их обработки, полученные результаты, их анализ и интерпретация.

В заключении приводится краткое описание основных результатов курсового проектирования. Рекомендуемый объем заключения – 1 лист.

После заключения приводится список использованных источников, который оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

В приложениях приводятся документы, использованные при разработке проекта и необходимые для его понимания (например, чертежи, карты технологических процессов, протоколы испытаний), или являющиеся результатом творческого труда автора курсового проекта (например, методики, программы).

В графической части курсового проекта приводятся только материалы, разработанные автором самостоятельно и имеющие непосредственное отношение к теме проекта. Например, построенные контрольные карты, гистограммы, различные диаграммы, схемы. Не допускается выносить в графическую часть чертежи (за исключением разработанных автором проекта), структурные схемы предприятий и их подразделений, фотографии и рисунки продукции и т.п.

### **3 УРОВНИ СЛОЖНОСТИ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И ИХ ОЦЕНКА**

Многообразие статистических методов и существенные различия в их сложности делают обоснованной градацию курсовых проектов по уровню сложности и, соответственно, затраченным авторами усилиям. Поэтому уже на этапе составления

#### **3 ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

По данным таблицы 3 построить диаграмму разброса. Определить значение коэффициента корреляции. Оценить его значимость при различных уровнях значимости.

курсовой проект руководитель определяет уровень сложности работы, который ограничивает максимально возможную



Статистические методы в управлении качеством

оценку за ее выполнение.

Таблица – Уровни сложности проектов

Уровень сложности	Характерные признаки	Максимальная оценка
I - базовый	Применены только простые статистические методы контроля качества (2-3 вида). Задачи проекта сводятся к несложной статистической обработке данных. Преобладает описательная статистика.	«удовлетворительно»
II - средний	Для решения поставленных задач применены несколько различных статистических методов в совокупности (например, простые методы + анализ стабильности процессов). Используются методы статистического приемочного контроля, планирования экспериментов и регрессионного анализа, проверки статистических гипотез и т.п. Предложены направления улучшений.	«хорошо»

Продолжение таблицы

III - высокий	Предложен оригинальный подход к использованию статистического метода (или совокупности методов) при решении поставленной задачи. Проект является реальным, имеется акт внедрения, письмо предприятия. Результаты работы опубликованы в печатных изданиях (или сданы в печать), обсуждались и были одобрены на научно-практических конференциях, отмечены на конкурсах научных работ и инновационных проектов и др.	«отлично»
---------------	--	-----------



## Статистические методы в управлении качеством

Уровень сложности проекта может быть пересмотрен руководителем на любом этапе работы над проектом и при представлении его к защите.

### Рекомендуемая литература

1. СТП 01-2001. Курсовые и дипломные проекты (работы). Правила оформления.
2. Статистические методы обеспечения качества/ Миттаг Х.Й., Ринне Х. – М.: Машиностроение, 1995.
3. Ефимов В.В. Статистические методы в управлении качеством: учебное пособие. – М.: КноРус, 2006.
4. Всеобщее управление качеством: учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, И.А. Гуров, Ю.В. Зорин; под ред. О.П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.
5. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учебное пособие/ С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, В.Я. Белобрагин, В.А. Самородов, Б.И. Герасимов, А.В. Трофимов, С.А. Пахомова, О.С. Пономарева. – М.: РИА «Стандарты и качество». – 2005. – 248 с.
6. Гродзенский Я.С. Статистические методы контроля и управления качеством. - М. – Изд-во МИРЭА, 2011.
7. Васильков Ю.В. Статистические методы в управлении предприятием: доступно всем. - М. : Стандарты и качество, 2008.