

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Инноватика и менеджмент качества»

ГИСТОГРАММА И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

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



Курган 2013

Кафедра: «Инноватика и менеджмент качества»

Дисциплины: «Квалиметрия и управление качеством»

(специальность 200503.65);

«Управление качеством»

(направления 221700.62 и 222000.62; специальность 220601.65).

Составил: канд. техн. наук, профессор В.Н. Орлов

Утверждены на заседании кафедры «26» августа 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета «16» сентября 2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	4
2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.....	4
3 УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ.....	5
3.1 Построение гистограммы.....	5
3.2 Анализ формы гистограммы.....	8
3.3 Проверка гипотезы нормальности распределения.....	10
3.4 Статистический анализ точности и стабильности технологического процесса и качества продукции.....	13
4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.....	18
5 ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ.....	19
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	19
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	20

ВВЕДЕНИЕ

Основу любого исследования составляют данные, полученные в результате измерения и контроля одного или нескольких параметров изделия (характеристики качества). Во всех отраслях промышленности требуется проведение анализа точности и стабильности процесса, наблюдение за качеством продукции, отслеживание различных показателей производства [5]. Путем измерения параметров получают ряд данных, представляющих собой не упорядоченную последовательность значений параметра, на основе которых невозможно сделать корректные выводы. Поэтому для аналитического осмысливания информации о качестве изделий, процессов, производства часто строят гистограмму распределения [4].

Гистограмма – это инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенные, заранее установленные интервалы. Гистограмма дает информацию о разбросе (рассеивании) показателей качества, средних значениях, о точности и стабильности технологического процесса [4].

После построения и анализа гистограммы можно проводить статистический анализ точности и стабильности технологического процесса и качества продукции.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение методики построения и анализа гистограммы распределения, а также получение практических навыков использования полученной информации для проведения статистического анализа технологического процесса.

2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с содержанием методических указаний.
- 2 По согласованию с преподавателем выбрать вариант задания (приложение Б).
- 3 Построить гистограмму и полигон распределения.
- 4 Проанализировать форму полученной гистограммы.
- 5 Проверить гипотезу нормальности распределения.
- 6 Провести статистический анализ точности и стабильности технологического процесса.
- 7 Сделать выводы по работе.

3 УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Вся совокупность рассматриваемых объектов называется генеральной совокупностью, например, партия производимой продукции. Несколько элементов, взятых из генеральной совокупности для получения информации о ней, называются выборкой. Так как выборка используется для определения характеристик генеральной совокупности, то очень важно правильно выбрать объем этой выборки. Чем больше объем выборки, тем больше достоверной информации можно получить о генеральной совокупности. Но увеличение объема выборки одновременно означает и усложнение расчетов. В таком случае нужен метод, благодаря которому можно было понимать генеральную совокупность с первого взгляда. Этим требованиям отвечает гистограмма [1]. Чтобы получить достаточно достоверную гистограмму, объем выборки должен быть не менее 30 [2].

3.1 Построение гистограммы

Общий порядок построения гистограмм следующий [1, 2]:

1 Собираются данные о контролируемом параметре (x_i) за определенный период времени. Оптимальное количество данных (объем выборки) $n=100$.

2 Определяются наибольшее (X_{\max}) и наименьшее (X_{\min}) значения из всех собранных данных и вычисляется размах (R):

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (3.1)$$

Размах, характеризует разброс контролируемой величины, он определяет ширину гистограммы.

3 Полученный диапазон (размах) делится на несколько интервалов (k). Число интервалов зависит от общего числа собранных данных и некоторых других факторов. Рекомендуется использовать формулу:

$$k = \sqrt{n} \pm 2 \quad (3.2)$$

Как правило, для объема выборки $n=70-100$ шт. количество интервалов принимают $k=9$.

4 Определяется ширина интервала (h):

$$h = \frac{R}{k} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{k} \quad (3.3)$$

Для компенсации погрешности измерения ширина интервала должна быть больше цены деления шкалы средства измерения. Границы интервалов подбираются так, чтобы они включали наибольшее и наименьшее значения измеряемого параметра. Вначале определяется нижняя граница первого интервала (меньше, чем значение X_{\min}). Затем к этой границе прибавляют ширину интервала (h), рассчитанную по формуле (3.3) и округленную до сотых или десятых долей. Далее, продолжая прибавлять округленную ширину интервала к предыдущему значению границы интервала, получают размеры всех интервалов в пределах установленного диапазона. Верхняя граница последнего интервала должна быть больше значения X_{\max} .

5 Полученные измерением данные выборки распределяются по интервалам. Если какое-то значение попадает на границу, его следует отнести к левому по отношению к ней интервалу. Количество значений, попавших в каждый интервал, определяют штриховыми отметками в специально подготовленном бланке.

6 По полученным данным строится гистограмма. На оси абсцисс откладывают границы интервалов, а по оси ординат – частоты попадания данных в каждый из интервалов.

Рассмотрим пример построения гистограммы. При обработке валика на токарном станке необходимо выдержать размер $\varnothing 22,27_{-0,44}$.

Из текущей продукции станка берется выборка из деталей, изготовленных при неизменной настройке, объемом $n=90$ шт. Результаты измерений занесены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты измерения диаметра деталей

22,02	21,97	22,03	22,05	22,01	22,04	21,98	22,04	21,99	21,93	22,05	21,98	21,91
21,99	22,05	21,99	21,84	21,81	22,06	22,00	22,04	21,92	22,07	21,92	22,0	22,0
21,98	22,06	22,03	22,05	21,98	22,06	22,04	21,88	22,08	21,98	22,04	22,0	22,01
21,92	21,96	21,99	21,99	21,94	21,90	21,93	21,94	22,07	22,09	21,82	21,92	21,99
21,94	22,06	22,02	21,99	22,15	22,00	21,88	21,97	21,99	22,13	21,88	22,03	21,96
21,89	21,97	21,93	21,95	21,98	22,01	22,05	22,04	22,09	21,87	22,09	22,01	22,07
21,89	22,0	21,96	22,06	21,93	22,02	21,95	22,06	22,03	22,05	22,03	21,89	

Находим наибольшее и наименьшее значения:

$$X_{\max} = 22,15; \quad X_{\min} = 21,81.$$

Размах равен (формула 3.1):

$$R = 22,15 - 21,81 = 0,34$$

Принимаем количество интервалов равное 9 ($k=9$). Определяем ширину интервала (формула 3.3)

$$h = \frac{0,34}{9} = 0,038.$$

Для удобства построения выбираем ширину интервала равную 0,04 ($h=0,04$).

Границы интервалов устанавливаем следующими: левая граница первого интервала принимается 21,80 (меньше X_{\min}), правая отстоит на ширину интервала и составляет 21,84. Последующие границы 21,88; 21,92; 21,96 и т.д. Правая граница последнего интервала 22,16, что больше наибольшего из имеющихся значений.

Определяем частоту попадания размеров в установленные интервалы (m_i). Результаты подсчетов сводим в таблицу 3.2. Накопленная частота определяется путем прибавления каждого последующего значения частоты к сумме предыдущих значений.

Таблица 3.2 – Бланк для подсчета частоты

№	Интервалы	Середина интервала	Штриховые отметки частоты	Частота	Накопленная частота
1	21,80-21,84	21,82		3	3
2	21,84-21,88	21,86		4	7
3	21,88-21,92	21,90		9	16
4	21,92-21,96	21,94		12	28
5	21,96-22,00	21,98		24	52
6	22,00-22,04	22,02		17	69
7	22,04-22,08	22,06		16	85
8	22,08-22,12	22,10		3	88
9	22,12-22,16	22,14		2	90

Строим гистограмму распределения (рисунок 3.1).

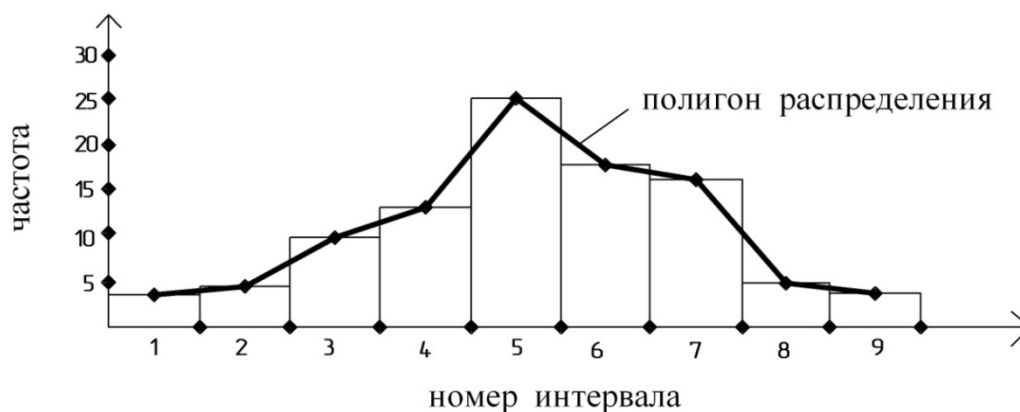


Рисунок 3.1 – Гистограмма распределения значений показателя качества

Ломаная кривая называется полигоном распределения или эмпирической кривой распределения случайной величины. Полигон используют для удобства анализа технологического процесса.

3.2 Анализ формы гистограммы

Гистограмма может иметь различную форму, по которой можно судить об условиях и результатах исследуемого процесса. При анализе гистограммы можно выяснить в удовлетворительном ли состоянии находится партия изделий и технологический процесс, а также предложить мероприятия по приведению процесса в стабильное состояние.

На рисунке 3.2 приведены типичные виды гистограмм, которыми можно воспользоваться как образцами при анализе процессов.

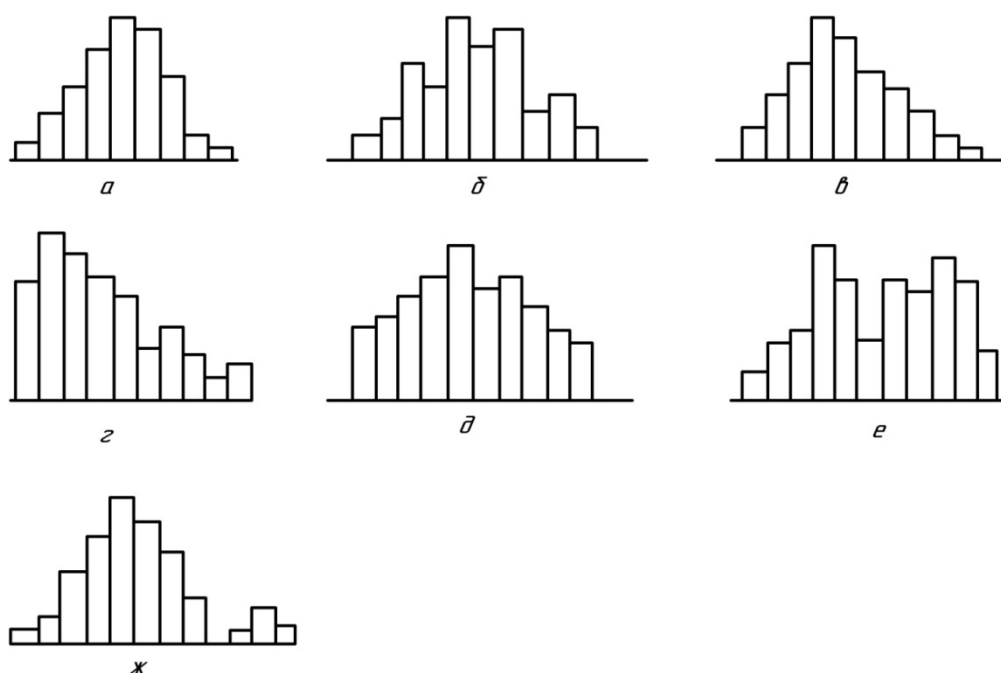


Рисунок 3.2 – Виды гистограмм

Обычный тип, симметричный (рисунок 3.2 а). Гистограмма с таким распределением встречается чаще всего. Она указывает на стабильность процесса.

Гребенка (мультимодальный тип) (рисунок 3.2 б). Интервалы через один имеют более низкие частоты. Такая форма встречается, когда число единичных наблюдений, попадающих в интервал, колеблется, или когда действует определенное правило округления данных.

Положительно (отрицательно) скошенное распределение (рисунок 3.2 в). Среднее значение гистограммы локализуется слева (справа) от центра размаха. Частоты довольно резко спадают при движении влево (вправо) и, наоборот, медленно вправо (влево). Такая асимметричная форма встречается, когда невозможно получить значение ниже определенного, например, для диаметра деталей.

Распределение с обрывом слева (справа) (рисунок 3.2 г). Это одна из тех форм, которые часто встречаются при 100%-м контроле изделий из-за плохой воспроизводимости процесса, а также, когда, например, отобраны и исключены из выборки все изделия с параметрами ниже (или выше) контрольного норматива.

Плато (равномерное и прямоугольное распределение) (рисунок 3.2, д). Такая гистограмма получается в случаях, когда объединяются несколько распределений, в которых средние значения различаются незначительно. Например, детали обрабатываются на станках-дублерах. Анализ такой гистограммы целесообразно проводить, используя метод расслоения.

Двухпиковое (бимодальное) распределение (рисунок 3.2 е). Такая форма встречается, когда смешиваются два распределения с далеко отстоящими средними значениями, например, в случае наличия разницы между двумя видами материалов, двумя операторами, разными типоразмерами станков. В этом случае можно провести расслоение по двум видам факторов, исследовать причины различия и принять соответствующие меры для его устранения.

Распределение с изолированным пиком (рисунок 3.2 ж). Рядом с распределением обычного типа появляется маленький изолированный пик. Эта форма гистограммы появляется при наличии малых включений данных из другого распределения или грубых ошибок при измерениях.

По виду гистограммы можно приблизительно судить о стабильности и устойчивости процесса. Однако для более точного решения этих задач необходимо знать закон распределения случайной величины.

На практике эмпирические распределения строятся в виде гистограммы или полигона, т.е. ломаной линии, соединяющей середины частот в каждом интервале (рисунок 3.1). Эмпирические распределения значений случайных

величин могут подчиняться различным законам. Зная закон распределения, можно заранее предсказать, что те или иные значения случайной величины могут появиться с той или иной вероятностью. Знание законов распределения бывает необходимым для принятия определенных решений по анализу и управлению процессами. Закон распределения может быть представлен в интегральной или дифференциальной форме, которая является более наглядной и поэтому более предпочтительной [5].

Среди различных законов наиболее широко применяется закон нормального распределения (закон Гаусса). Этому закону подчиняются случайные величины, на которые оказывают влияние многочисленные, примерно равные по силе воздействия, факторы. Этому закону подчиняются размеры деталей, обрабатываемых на настроенных станках; результаты многократных измерений, при отсутствии систематических погрешностей и многие другие величины [5]. Нормальное распределение свидетельствует об устойчивости технологического процесса.

Для того чтобы убедиться, что распределение подчиняется закону Гаусса, необходимо провести проверку гипотезы нормальности распределения.

Если гипотеза нормальности распределения не подтверждается, то оценивание процесса ведут на основе того закона распределения, который был установлен, либо, что бывает чаще, получают приближенную оценку зоны рассеивания [3].

При подтверждении гипотезы о соответствии эмпирического распределения нормальному закону становится возможным исследование воспроизводимости процесса, т.е. определяется неизменность основных параметров процесса: среднего арифметического значения и среднего квадратического отклонения. После чего можно провести статистический анализ точности технологического процесса.

3.3 Проверка гипотезы нормальности распределения

Чтобы проверить гипотезу нормальности распределения случайной величины, необходимо рассчитать числовые характеристики [3, 5].

Среднее арифметическое значение (\bar{x}) определяется по формуле (3.4):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i \cdot x_i \quad , \quad (3.4)$$

где n – объем выборки;

k – количество интервалов;

m_i – частота попадания размеров в установленные интервалы;

x_i – середина каждого размерного интервала.

Среднее квадратическое отклонение (σ) рассчитывается по формуле (3.5):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k m_i (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3.5)$$

Определим характеристики \bar{x} и σ для примера, рассмотренного в подразделе 3.1. Для облегчения расчетов составим таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Расчетная таблица предварительной обработки данных

Интервалы		Середина интервала (x_i)	Частота m_i	$x_i \cdot m_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot m_i$
от	до						
21,80	21,84	21,82	3	65,46	-0,17	0,0289	0,0867
21,84	21,88	21,86	4	87,44	-0,13	0,0169	0,0676
21,88	21,92	21,90	9	197,10	-0,09	0,0081	0,0729
21,92	21,96	21,94	12	263,68	-0,05	0,0025	0,0300
21,96	22,00	21,98	24	527,52	-0,01	0,0001	0,0024
22,00	22,04	22,02	17	374,34	0,03	0,0009	0,0153
22,04	22,08	22,06	16	352,96	0,07	0,0049	0,0784
22,08	22,12	22,10	3	66,30	0,11	0,0121	0,0363
22,12	22,16	22,14	2	44,28	0,15	0,0225	0,0450
Итого:			-	1978,68	-	-	0,4346

$$\bar{x} = \frac{1978,68}{90} = 21,99; \quad \sigma = \sqrt{\frac{0,4346}{90}} = 0,069$$

Проверку гипотезы нормальности распределения проводим по критерию согласия (λ) академика А.Н. Колмогорова [5].

$$\lambda = |F_n(x) - F(x)|_{\max} \cdot \sqrt{n}, \quad (3.6)$$

где $F_n(x)$ – накопленные частоты эмпирического распределения;

$F(x)$ – накопленные частоты теоретического распределения.

Для вычисления значений теоретических частот можно использовать формулу (3.7):

$$F(x) = 0,5 + \Phi(t), \quad (3.7)$$

где $\Phi(t)$ – функция Лапласа (приложение А);

$$t = \frac{x_{\text{наиб}} - \bar{x}}{\sigma}, \quad (3.8)$$

$x_{\text{наиб}}$ – верхняя граница соответствующего интервала.

Результаты предварительных расчетов сведем в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Вспомогательные данные для вычисления критерия согласия (λ)

Интервалы		t	$\Phi(t)$	$F(x) = 0,5 + \Phi(t)$	эмпирическая частота $\frac{m_i}{n}$	$F_n(x)$	$ F_n(x) - F(x) $
от	до						
21,80	21,84	-2,17	-0,4850	0,0150	0,0333	0,0333	0,0183
21,84	21,88	-1,59	-0,4440	0,0560	0,0445	0,0778	0,0218
21,88	21,92	-1,01	-0,3440	0,1560	0,1000	0,1778	0,0218
21,92	21,96	-0,43	-0,1665	0,3335	0,1333	0,3111	0,0224
21,96	22,00	0,14	0,0555	0,5555	0,2667	0,5778	0,0228
22,00	22,04	0,72	0,2640	0,7640	0,1889	0,7667	0,0027
22,04	22,08	1,30	0,4030	0,9030	0,1778	0,9445	0,0415
22,08	22,12	1,88	0,4700	0,9700	0,0333	0,9778	0,0078
22,12	22,16	2,46	0,4930	0,9930	0,0222	1,0	0,0070

Из таблицы 3.4 следует, что наибольшая разность накопленных частот составляет:

$$|F_n(x) - F(x)|_{\max} = 0,0415.$$

Следовательно, по формуле (3.6):

$$\lambda = 0,0415 \cdot \sqrt{90} = 0,0415 \cdot 9,487 = 0,3937.$$

Величина критерия согласия (λ) подчиняется определенному закону, по которому можно вычислить вероятность $P(\lambda)$. Данная вероятность (таблица 3.5) выражает вероятность случайного расхождения между накопленными частотами теоретического и практического распределений. Если эта вероятность будет очень мала ($P(\lambda) \leq 0,05$), то в силу практической невозможности маловероятных явлений можно считать, что эмпирические данные существенно отличаются от теоретических и наша гипотеза о нормальности распределения должна быть отвергнута. Если же $P(\lambda)$ будет больше 0,05, то наблюдаемое расхождение между эмпирическими и теоретическими частотами можно считать случайным, а гипотезу нормальности распределения верной.

Таблица 3.5 – Значения вероятностей $P(\lambda)$

λ	$P(\lambda)$	λ	$P(\lambda)$	λ	$P(\lambda)$	λ	$P(\lambda)$	λ	$P(\lambda)$
0,30	1,000	0,60	0,864	0,90	0,393	1,40	0,040	2,0	0,0007
0,35	0,999	0,65	0,792	0,95	0,327	1,50	0,022	2,10	0,0003
0,40	0,997	0,70	0,711	1,00	0,270	1,60	0,012	2,20	0,0001
0,45	0,987	0,75	0,627	1,10	0,178	1,70	0,006	2,30	0,0001
0,50	0,964	0,80	0,544	1,20	0,112	1,80	0,003	2,40	0,0000
0,55	0,923	0,85	0,465	1,30	0,068	1,90	0,002	2,50	0,0000

Для рассматриваемого примера $P(\lambda)=0,997$, что позволяет сделать вывод о том, что эмпирическое распределение подчиняется нормальному закону.

3.4 Статистический анализ точности и стабильности технологического процесса и качества продукции

Закон нормального распределения описывается уравнением:

$$y = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-(x_i - \bar{x})^2 / 2\sigma^2}, \quad (3.9)$$

где y – дифференциальная функция нормального закона.

Как следует из формулы (3.9), нормальное распределение имеет две характеристики:

\bar{X} – среднее арифметическое значение, которое определяет положение центра рассеивания значений измеряемого параметра и при механической обработке ассоциируется с настройкой инструмента на размер;

σ – среднеквадратическое отклонение, которое показывает широту рассеивания и ассоциируется с точностью процесса. В технике принимают зону рассеивания равной 6σ . Считается, что все значения случайной величины лежат именно в этом диапазоне с вероятностью 0,9973.

Дифференциальная функция закона нормального распределения графически выражается в виде симметричной кривой холмообразного типа [5].

Статистический анализ применяется для оценки точности и стабильности технологических процессов; оценки точности настройки оборудования; установления соответствия качества продукции требованиям нормативно-технической документации; изучения случайных и систематических факторов, способных привести к появлению дефектных изделий.

Изучение точности обработки на настроенных станках сводится к сопоставлению практической зоны рассеивания (6σ) размеров деталей

выборочной партии с допуском на размер (T), заданным в рабочем чертеже, а также к определению точности настройки и процента ожидаемого брака [5].

Для этой цели определяется коэффициент точности процесса (μ):

$$\mu = \frac{6\sigma}{T} \quad (3.10)$$

При расчете возможны три случая:

1 $\mu < 1$, т.е. $6\sigma < T$. Точность процесса хорошая (рис.3.3, а).

2 $\mu = 1$, т.е. $6\sigma = T$. Точность процесса удовлетворительная (рис.3.3, б).

3 $\mu > 1$, т.е. $6\sigma > T$. Точность процесса неудовлетворительная, брак неизбежен (q_1, q_2). Необходимо перенести обработку на более точное оборудование (рис.3.3, в).

Однако брак может быть как при удовлетворительной, так и при хорошей точности процесса, если будут смещены поля рассеяния и допуска. Поэтому при $\mu \leq 1$ определяется точность настройки оборудования. Для этой цели используются коэффициенты фактической и допустимой точности настройки (e_f, e_d):

$$e_f = \frac{\bar{x} - x_{cp}}{T} \quad (3.11)$$

где x_{cp} – середина поля допуска,

$$x_{cp} = \frac{x_{наиб} + x_{наим}}{2} \quad (3.12)$$

где $x_{наиб}$ и $x_{наим}$ – предельные размеры детали по чертежу,

$$e_d = \frac{1 - \mu}{2} \quad (3.13)$$

Значения e_d и e_f сравниваются по абсолютной величине. Если $|e_f| \leq |e_d|$, то точность настройки оборудования хорошая. Брака при такой настройке нет. Если $|e_f| > |e_d|$, то точность настройки оборудования плохая (неудовлетворительная), возможен брак, доля которого определяется по формулам (3.14) и (3.15).

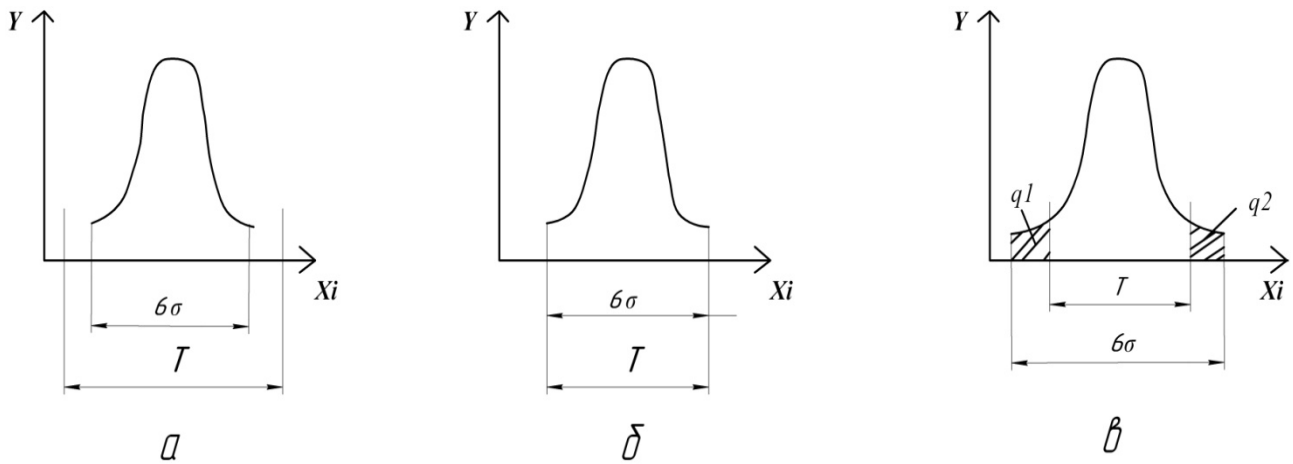


Рисунок 3.3 – Схема расположения практической зоны рассеивания и допуска на обработку

$$q_1 = [0,5 - \Phi(\frac{0,5T + E_\phi}{\sigma})] \times 100\%, \quad (3.14)$$

$$q_2 = [0,5 - \Phi(\frac{0,5T - E_\phi}{\sigma})] \times 100\%, \quad (3.15)$$

где Φ – функция Лапласа (приложение А).

E_ϕ – фактическое смещение среднего арифметического значения (\bar{X}) и середины допуска (x_{cp}):

$$E_\phi = \bar{X} - x_{cp}. \quad (3.16)$$

Проведем статистический анализа точности процесса для рассматриваемого нами примера. Используя формулу (3.10), определяем коэффициент точности процесса (μ). По условиям чертежа размеры деталей должны быть $\text{Ø}22,27_{-0,44}$. Следовательно, допуск на размер (T) равен 0,44 мм. Среднее квадратическое отклонение (σ) было определено по формуле (3.5) и равно 0,069.

$$\text{Тогда } \mu = \frac{6 \cdot 0,069}{0,44} = 0,94.$$

Так как $\mu < 1$, то точность процесса можно считать хорошей.

Для оценки точности настройки станка используйте формулы (3.11-3.13).

$$x_{cp} = \frac{22,27+21,83}{2} = 22,05;$$

$$e_{\phi} = \frac{21,99-22,05}{0,44} = -0,136;$$

$$e_{д} = \frac{1-0,94}{2} = 0,030.$$

Сравнение значений коэффициентов точности настройки показывает, что $|e_{\phi}| > |e_{д}|$; следовательно, настройка оборудования является неудовлетворительной. При такой настройке возможно появление бракованных деталей. Для определения доли ожидаемого брака необходимо построить график эмпирического распределения (полигон) и сравнить его с кривой нормального распределения, построенной в том же масштабе. По оси абсцисс откладываются значения размеров, а по оси ординат частоты (для эмпирического распределения) или значения дифференциальной функции нормального распределения (y). Для определения значений (y) можно воспользоваться таблицей 3.6.

Таблица 3.6 – Значения (y) в зависимости от (σ)

Значения X_i	0 σ	0,5 σ	1,0 σ	1,5 σ	2,0 σ	2,5 σ	3,0 σ
Формула для расчета y	3989· ξ	3521· ξ	2420· ξ	1285· ξ	540· ξ	175· ξ	44· ξ
Значение y	20,7	18,3	12,6	6,7	2,8	0,9	0,2

Для определения значений (y) необходимо вычислить коэффициент (ξ), зависящий от объема выборки, ширины интервала и среднего квадратического отклонения (σ).

$$\xi = \frac{n \cdot h}{10000 \cdot \sigma} \quad (3.17)$$

Для нашего примера:

$$\xi = \frac{90 \cdot 0,04}{10000 \cdot 0,069} = 0,0052.$$

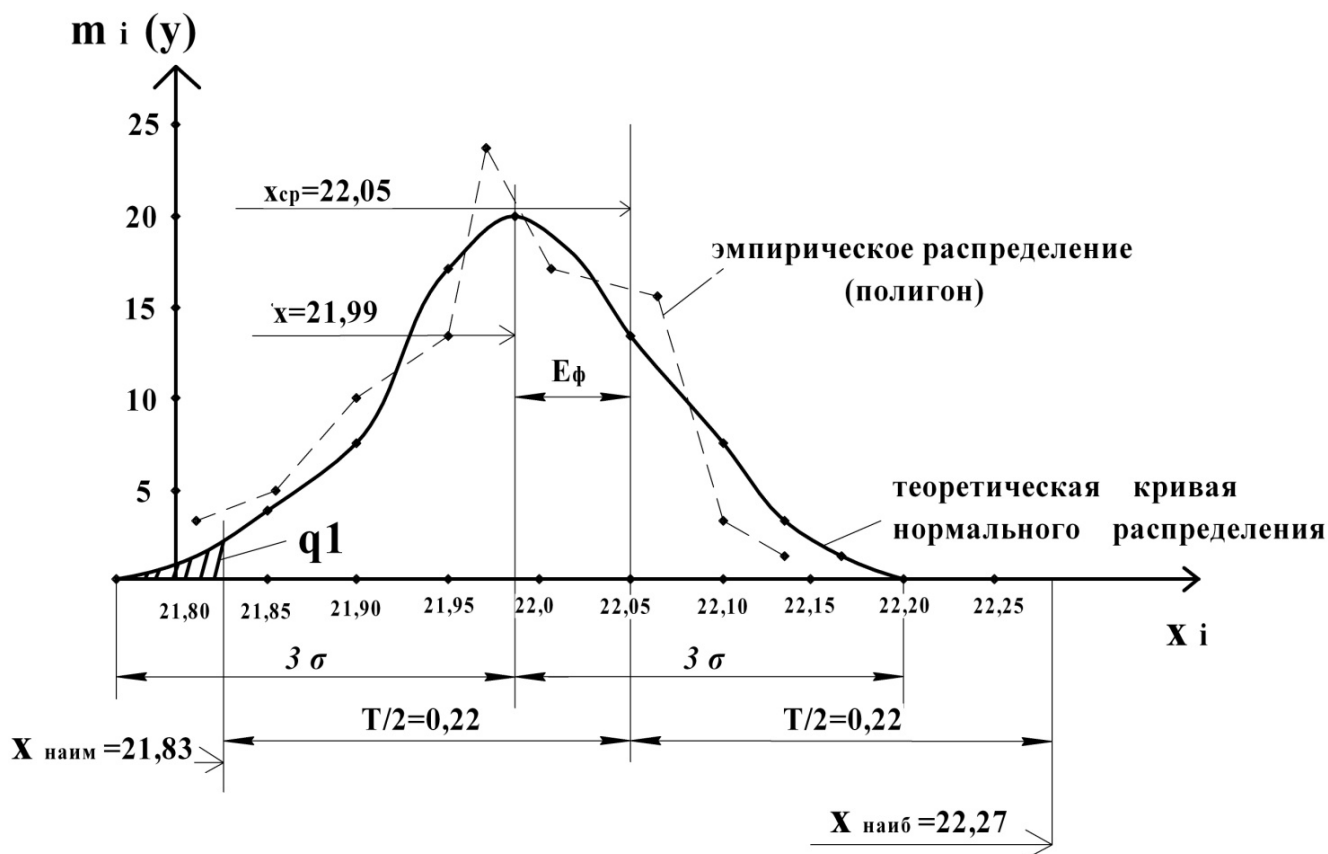


Рисунок 3.4 – Эмпирическое и теоретическое распределения размеров деталей в выборке

Как следует из результатов расчета коэффициентов точности настройки (e_ϕ и e_d) и видно из рисунка 3.4 поле рассеивания значений размеров деталей (6σ) смещено относительно поля допуска (T) влево. Смещение характеризуется величиной E_ϕ , определяемой по формуле (3.16).

$$E_\phi = 21,99 - 22,05 = - 0,06.$$

Из-за этого смещения полей возможно появление брака (q_1), доля которого определяется по формуле (3.14):

$$q_1 = [0,5 - \Phi \left(\frac{0,5 \cdot 0,44 + (-0,06)}{0,069} \right)] \times 100\%$$

$$q_1 = [0,5 - \Phi (2,32)] 100\% = [0,5 - 0,49] \times 100\% = 1\%.$$

Итак, при данной точности процесса и точности настройки оборудования мы вправе ожидать появление брака в объеме одного процента от общего количества обрабатываемых деталей. Чтобы избежать появления брака, необходимо сместить центр настройки (\bar{x}) вправо. Допускаемое смещение центра настройки (E_d) для работы без брака составляет:

$$E_d = e_d \cdot T = 0,03 \cdot 0,44 = 0,0132 \quad (3.18)$$

Условие правильной настройки оборудования выражается уравнением (3.19):

$$x_{\text{ср}} - E_d \leq \bar{x} \leq x_{\text{ср}} + E_d \quad (3.19)$$

Для нашего случая:

$$22,05 - 0,0132 \leq \bar{x} \leq 22,05 + 0,0132.$$

Окончательно имеем:

$$22,04 \leq \bar{x} \leq 22,06.$$

В рассмотренном нами примере $\bar{x} = 21,99$.

Таким образом, статистический анализ позволил установить, что при хорошей точности, стабильности и устойчивости процесса обработки деталей, наблюдается небольшое смещение центра рассеивания от середины поля допуска, в результате чего возможно появление брака. Во избежание появления бракованных деталей необходимо при настройке станка увеличить расстояние от оси валика до вершины режущей кромки резца примерно на 0,06 мм.

4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

- 1 Титульный лист с указанием названия выполняемой самостоятельно работы, Ф.И.О. студента(ов), номер группы.
- 2 Цель работы.
- 3 Исходные данные для выполнения работы в соответствии с заданным вариантом (приложение Б).
- 4 Графическое изображение гистограммы и полигона распределения; анализ формы гистограммы.

- 5 Аналитические результаты проверки гипотезы нормальности распределения.
- 6 Графическое изображение эмпирического и теоретического распределения.
- 7 Результаты статистического анализа процесса.
- 8 Выводы по работе.

5 ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

- 1 Что такое генеральная совокупность и как ее охарактеризовать?
- 2 Что графически представляет собой гистограмма распределения?
- 3 Как строится полигон распределения?
- 4 Как определяется количество и ширина интервалов при построении гистограммы?
- 5 О чем свидетельствует форма гистограммы?
- 6 Для чего и каким образом проводится проверка гипотезы нормального распределения?
- 7 Назовите две характеристики нормального распределения. С чем они ассоциируются при механической обработке деталей?
- 8 Как оценивается точность процесса?
- 9 Как оценивается точность настройки оборудования?
- 10 О чем говорит смещение полей рассеивания и допуска?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Адлер, Ю. П. Управление качеством: Семь простых методов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. П. Адлер, Т. М. Полховская, П. А. Нестеренко. - М. : МИСИС, 1999. – 163 с.
- 2 Управление качеством и сертификация : учеб. пособие / В. А. Васильев [и др.] ; под ред. В. А. Васильева. - М. : Интермет Инжиниринг, 2002. – 416 с.
- 3 Управление качеством продукции: учеб. пособие / Н. И. Новицкий [и др.]; под ред. Н. И. Новицкого. – М. : Новое знание, 2004. – 367 с.
- 4 Рашников, В. Ф. Квалиметрия и управление качеством продукции [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Рашников, В. М. Салганник, Н. Г. Шемшурова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2000. – 184 с.
- 5 Солонин, И. С. Применение математической статистики в технологии машиностроения [Текст] / И. С. Солонин. – Свердловск : Средне-Уральское книжное издательство, 1966. – 200 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ
ПРИЛОЖЕНИЕ А

t	F(t)	t	F(t)	t	F(t)	t	F(t)
0,00	0,0000	0,92	0,3210	1,78	0,4620	2,69	0,4965
0,01	0,0040	0,94	0,3265	1,80	0,4640	2,70	0,4965
0,03	0,0120	0,96	0,3315	1,82	0,4655	2,72	0,4965
0,05	0,0200	0,98	0,3365	1,84	0,4670	2,74	0,4970
0,08	0,0320	1,00	0,3415	1,86	0,4685	2,75	0,4970
0,10	0,0400	1,010	0,3440	1,88	0,4700	2,76	0,4970
0,12	0,0480	1,02	0,3460	1,90	0,4715	2,78	0,4975
0,13	0,0515	1,03	0,3485	1,92	0,4725	2,80	0,4975
0,15	0,0595	1,04	0,3510	1,94	0,4740	2,82	0,4975
0,17	0,0675	1,05	0,3530	1,96	0,4750	2,84	0,4975
0,20	0,0795	1,06	0,3555	1,98	0,4760	2,86	0,4980
0,22	0,0870	1,08	0,3600	2,00	0,4775	2,88	0,4980
0,24	0,0950	1,10	0,3645	2,02	0,4785	2,90	0,4980
0,26	0,1025	1,12	0,3685	2,04	0,4795	2,92	0,4980
0,28	0,1105	1,14	0,3730	2,06	0,4805	2,94	0,4985
0,30	0,1180	1,16	0,3770	2,08	0,4810	2,96	0,4985
0,32	0,1255	1,18	0,3810	2,10	0,4820	2,98	0,4985
0,34	0,1330	1,20	0,3850	2,12	0,4830	3,00	0,4986
0,36	0,1405	1,22	0,3890	2,14	0,4840	3,10	0,4986
0,38	0,1480	1,24	0,3925	2,16	0,4845	3,20	0,4993
0,40	0,1555	1,26	0,3960	2,18	0,4855	3,30	0,4995
0,42	0,1630	1,28	0,4000	2,20	0,4860	3,40	0,4996
0,44	0,1700	1,30	0,4030	2,22	0,4870	3,50	0,4997
0,46	0,1770	1,32	0,4065	2,24	0,4875	3,60	0,4998
0,48	0,1845	1,34	0,4100	2,26	0,4880	3,70	0,4999
0,50	0,1915	1,36	0,4130	2,28	0,4885	3,80	0,4999
0,52	0,1985	1,38	0,4160	2,30	0,4895	4,00	0,4999
0,54	0,2055	1,40	0,4190	2,32	0,4900	5,00	0,49999
0,56	0,2125	1,42	0,4220	2,34	0,4905		
0,58	0,2190	1,44	0,4250	2,36	0,4910		
0,60	0,2255	1,46	0,4280	2,38	0,4915		
0,62	0,2325	1,48	0,4305	2,40	0,4920		
0,64	0,2390	1,50	0,4330	2,42	0,4920		
0,66	0,2455	1,52	0,4355	2,44	0,4925		
0,68	0,2520	1,54	0,4380	2,46	0,4930		
0,70	0,2580	1,56	0,4405	2,48	0,4935		
0,72	0,2640	1,58	0,4430	2,50	0,4940		
0,74	0,2705	1,60	0,4450	2,52	0,4940		
0,76	0,2765	1,62	0,4475	2,54	0,4945		
0,78	0,2825	1,64	0,4495	2,56	0,4950		
0,80	0,2880	1,66	0,4515	2,58	0,4950		
0,82	0,2940	1,68	0,4535	2,60	0,4955		
0,84	0,2995	1,70	0,4555	2,62	0,4955		
0,86	0,3050	1,72	0,4575	2,64	0,4960		
0,88	0,3105	1,74	0,4590	2,66	0,4960		
0,90	0,3160	1,76	0,4610	2,68	0,4965		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАБОТАННЫХ НА НАСТРОЕННЫХ ТОКАРНЫХ ПОЛУАВТОМАТАХ

ТАБЛИЦА Б1 – ВАРИАНТ 1

Исходные данные – чертежный размер валика $\varnothing 20 \pm 0,15$

19,98	20,03	19,93	19,94	19,98	20,05	20,00	20,05	19,90	20,03
20,08	20,05	19,94	19,96	19,95	20,08	20,09	20,08	19,96	20,08
20,03	20,00	19,95	19,98	19,98	20,00	20,04	20,10	19,94	20,04
20,05	20,01	19,99	20,00	20,01	20,12	20,06	20,01	19,98	20,02
19,99	19,98	20,17	20,05	20,01	20,13	19,99	20,03	19,96	20,02
19,96	19,99	20,14	20,02	20,09	20,04	20,00	19,98	20,03	20,08
20,00	20,00	20,07	20,10	20,13	20,07	20,04	19,99	20,08	20,09
20,15	20,08	20,08	20,08	20,21	19,95	20,08	20,09	20,04	20,00
20,12	19,88	20,02	20,01	20,10	19,99	20,13	20,01	20,05	19,95
19,89	19,92	19,97	19,99	20,03	20,04	20,01	20,08	20,00	19,92

ТАБЛИЦА Б2 – ВАРИАНТ 2

Исходные данные – чертежный размер втулки $\varnothing 30^{+0,3}$

30,02	29,99	30,12	29,98	30,06	30,13	30,10	30,12	30,09	30,11
30,10	30,13	30,12	30,08	30,01	30,15	30,08	30,07	30,08	30,09
30,12	30,08	30,18	30,13	30,10	30,10	30,12	30,08	30,11	30,08
30,20	30,04	30,14	30,19	30,14	30,11	30,05	30,09	30,05	30,05
30,10	30,09	30,09	30,16	30,13	30,11	30,01	30,12	30,08	30,13
30,05	30,15	30,11	30,05	30,11	30,05	30,09	30,22	30,11	30,11
30,02	30,03	30,03	30,08	30,08	30,03	30,11	30,05	30,14	30,09
30,14	30,05	30,09	30,10	30,06	30,09	30,10	30,09	30,17	30,02
30,13	30,01	30,16	30,11	30,08	30,13	30,02	30,15	30,03	30,10
30,10	30,00	30,13	30,16	30,10	30,10	30,04	30,10	30,09	30,10

ТАБЛИЦА Б3– ВАРИАНТ 3

Исходные данные – чертежный размер штока $\varnothing 40_{-0,25}$

40,0	39,99	39,92	39,78	39,90	39,88	40,01	39,93	39,82	39,87
39,80	39,81	39,93	39,92	39,92	39,86	39,95	39,83	39,88	39,80
39,89	39,95	39,90	39,96	39,84	39,89	39,90	39,85	39,84	39,84
39,91	39,80	39,77	39,90	39,98	39,79	39,84	39,87	39,89	39,86
39,90	39,95	39,89	39,89	39,96	39,84	39,85	39,86	39,91	39,84
39,81	40,01	39,89	39,84	39,93	39,89	39,91	39,99	39,93	39,91
39,88	39,88	39,81	39,88	39,92	39,92	39,97	39,98	39,94	39,92
39,84	39,87	39,87	39,90	39,91	39,97	39,98	39,92	39,91	39,97
39,92	39,88	39,94	39,92	39,90	39,93	39,98	39,90	39,90	39,90
39,98	39,91	39,91	39,99	39,83	39,96	39,88	39,95	39,95	39,88

Продолжение приложения Б

ТАБЛИЦА Б4 – ВАРИАНТ 4

Исходные данные – чертежный размер центрального отверстия шестерни $\text{Ø}20^{+0,26}$

20,10	20,03	20,14	20,21	20,17	20,15	20,20	20,02	20,22	20,04
20,12	20,05	20,18	20,18	20,16	20,22	20,18	20,07	20,20	20,06
20,18	20,07	20,05	20,16	20,15	20,25	20,14	20,16	20,18	20,10
20,20	20,13	20,10	20,14	20,15	20,20	20,13	20,13	20,16	20,13
20,15	20,15	20,14	20,13	20,15	20,15	20,08	20,06	20,15	20,15
20,13	20,14	20,10	20,12	20,13	20,13	20,09	20,12	20,14	20,17
20,01	20,10	20,15	20,07	20,11	20,13	20,10	20,13	20,13	20,10
20,08	20,08	20,13	20,05	20,04	20,05	20,12	20,18	20,07	20,20
20,12	20,20	20,20	20,06	20,07	20,08	20,17	20,22	20,09	20,17
20,13	20,25	20,24	20,09	20,09	20,07	20,17	20,16	20,10	20,19

ТАБЛИЦА Б5 – ВАРИАНТ 5

Исходные данные – чертежный размер центрального отверстия ступицы $\text{Ø}50^{+0,25}$

50,15	50,13	50,20	50,18	50,10	50,13	50,12	50,09	50,12	50,16
50,18	50,10	50,18	50,25	50,20	50,17	50,26	50,24	50,11	50,03
50,07	50,08	50,09	50,12	50,13	50,13	50,18	50,11	50,06	50,08
50,09	50,13	50,13	50,11	50,07	50,09	50,26	50,01	50,09	50,13
50,17	50,16	50,14	50,12	50,13	50,19	50,06	50,09	50,11	50,13
50,12	50,14	50,18	50,24	50,22	50,19	50,07	50,09	50,08	50,13
50,18	50,14	50,08	50,15	50,19	50,23	50,20	50,18	50,16	50,15
50,19	50,21	50,03	50,05	50,07	50,12	50,18	50,14	50,20	50,22
50,09	50,14	50,16	50,18	50,21	50,05	50,09	50,07	50,06	50,06
50,09	50,13	50,11	50,21	50,14	50,15	50,14	50,15	50,11	50,09

ТАБЛИЦА Б6 – ВАРИАНТ 6

Исходные данные – чертежный размер центрального отверстия втулки $\text{Ø}30^{+0,2}_{-0,1}$

30,19	30,07	30,00	30,00	30,18	30,20	30,06	30,07	30,15	30,17
30,05	30,20	30,07	30,10	30,13	30,13	30,08	30,09	30,12	30,13
30,07	30,17	30,09	30,15	30,03	30,12	30,09	30,12	30,09	30,10
30,00	30,09	30,08	30,17	29,99	30,12	30,10	30,01	30,23	30,06
29,95	30,10	30,14	30,19	29,96	30,16	30,10	30,03	30,01	30,09
29,99	30,07	30,17	30,12	30,05	30,04	30,14	29,94	30,00	30,02
30,01	30,01	30,18	30,09	30,11	30,09	30,18	29,99	30,08	30,08
30,10	29,88	30,09	30,08	30,08	30,08	30,19	30,06	30,16	30,01
30,08	29,92	30,05	30,11	30,14	30,11	30,10	30,10	30,13	30,15
30,06	30,02	30,04	30,14	30,12	30,04	30,03	30,07	30,05	30,11

Продолжение приложения Б

ТАБЛИЦА Б7 – ВАРИАНТ 7

Исходные данные – чертежный размер вала $\varnothing 60_{-0,3}^{+0,1}$

59,93	59,78	59,87	59,77	59,84	59,79	59,80	60,01	60,00	59,88
59,90	59,82	59,88	59,79	59,88	59,84	59,88	59,94	60,03	59,90
59,80	59,88	59,91	59,88	59,92	59,88	59,90	59,90	60,07	59,92
60,01	59,91	59,99	59,82	59,98	59,92	59,91	59,87	59,91	59,96
60,04	59,90	59,96	59,92	59,96	59,90	59,98	59,82	59,89	59,98
59,92	59,98	60,00	59,98	59,99	59,99	59,96	59,88	59,81	59,89
59,90	59,96	60,00	59,93	59,73	60,01	59,93	59,91	59,95	59,94
59,81	60,01	59,92	60,03	60,03	59,94	59,88	59,97	59,93	59,90
59,88	59,87	60,04	60,05	60,00	60,03	60,00	59,96	59,98	59,84
59,94	59,83	59,81	59,98	59,95	59,81	60,05	59,99	59,94	59,79

ТАБЛИЦА Б8 – ВАРИАНТ 8

Исходные данные – чертежный размер оси $\varnothing 25_{-0,25}$

24,91	24,90	24,82	24,79	24,97	24,89	24,88	24,82	24,92	24,99
24,98	24,98	24,84	24,82	24,95	24,90	24,92	24,87	24,94	25,0
24,90	24,95	24,80	24,87	24,93	24,91	24,91	24,90	24,96	25,01
25,00	24,92	24,89	24,89	24,91	24,93	24,91	24,92	24,98	24,97
24,98	24,90	24,92	25,02	24,90	24,98	24,96	24,97	24,92	24,92
24,92	24,99	24,90	24,92	24,86	24,96	24,98	24,95	24,91	24,90
24,83	25,01	24,98	24,90	24,88	24,93	24,96	24,80	24,90	24,89
24,80	24,93	24,95	24,90	24,88	24,90	24,88	24,86	24,77	24,86
24,87	24,84	24,97	24,93	24,83	24,88	24,84	24,89	24,86	24,91
24,89	24,89	24,91	24,99	24,86	24,83	24,81	24,91	24,89	24,95

ТАБЛИЦА Б9 – ВАРИАНТ 9

Исходные данные – чертежный размер центрального отверстия втулки $\varnothing 40_{+0,1}^{+0,4}$

40,20	40,30	40,12	40,15	40,22	40,30	40,16	40,17	40,14	40,28
40,13	40,26	40,18	40,20	40,16	40,20	40,18	40,17	40,18	40,21
40,20	40,24	40,18	40,22	40,15	40,20	40,21	40,22	40,20	40,20
40,15	40,23	40,23	40,24	40,35	40,23	40,23	40,22	40,20	40,21
40,20	40,32	40,22	40,28	40,18	40,22	40,23	40,28	40,28	40,22
40,18	40,34	40,28	40,22	40,25	40,14	40,22	40,16	40,29	40,22
40,25	40,28	40,29	40,26	40,28	40,18	40,30	40,26	40,21	40,18
40,22	40,21	40,26	40,31	40,26	40,20	40,27	40,25	40,10	40,14
40,23	40,22	40,19	40,14	40,23	40,23	40,24	40,29	40,21	40,27
40,28	40,15	40,16	40,18	40,27	40,28	40,14	40,22	40,26	40,22

Продолжение приложения Б

ТАБЛИЦА Б10 – ВАРИАНТ 10

Исходные данные – чертежный размер валика $\varnothing 20^{+0,1}_{-0,2}$

19,80	19,80	20,03	19,85	19,98	19,91	19,90	19,91	19,93	19,90
19,90	19,83	19,80	19,82	19,99	19,88	19,93	19,92	19,97	19,90
19,91	19,89	19,85	19,83	19,91	19,90	19,88	19,93	19,99	20,01
19,93	19,75	19,91	19,92	19,91	19,90	20,07	19,98	19,95	19,80
19,98	19,91	19,90	19,79	19,93	19,90	19,89	19,94	19,89	19,82
20,00	19,92	19,93	19,86	19,84	19,94	19,98	19,87	19,93	19,89
20,00	19,92	20,06	19,88	19,87	19,85	19,82	19,88	20,00	19,92
20,05	19,97	19,98	19,92	20,05	19,88	19,84	19,89	19,92	19,91
19,91	19,99	19,99	19,93	19,99	19,97	19,88	19,90	20,08	19,97
19,82	20,01	19,93	19,96	19,95	19,98	19,90	19,92	19,91	20,03

ТАБЛИЦА Б11 – ВАРИАНТ 11

Исходные данные – чертежный размер вала $\varnothing 50^{+0,1}_{-0,3}$

49,92	49,90	49,92	49,96	50,00	49,80	49,91	49,94	49,97	49,87
49,94	49,95	49,99	49,95	49,95	49,88	49,90	49,76	50,04	49,83
49,98	49,74	49,84	49,93	49,98	49,96	49,93	49,87	49,92	49,89
49,99	49,85	49,87	49,91	49,93	49,79	49,96	49,82	49,91	49,92
50,00	49,89	49,83	49,77	49,90	49,99	49,95	49,84	49,90	49,75
50,00	49,81	49,89	49,90	49,88	49,95	49,98	49,86	49,89	49,91
49,82	49,78	49,90	49,84	49,85	49,91	49,99	49,88	49,83	49,91
49,78	49,82	50,01	49,86	49,87	49,88	50,08	49,90	49,96	49,98
49,80	49,90	49,91	49,90	49,92	49,86	50,00	49,92	49,98	50,03
49,90	49,91	49,97	49,96	49,96	49,89	49,92	49,94	49,96	49,94

ТАБЛИЦА Б12 – ВАРИАНТ 12

Исходные данные – чертежный размер отверстия в стакане $\varnothing 40^{+0,3}_{-0,1}$

40,07	40,10	40,88	40,07	40,19	40,14	40,04	40,07	39,98	40,00
40,13	40,10	40,13	40,00	40,20	40,12	40,08	40,08	39,99	40,17
39,95	40,18	40,17	40,09	40,13	40,12	39,93	40,09	40,21	40,16
40,10	40,13	40,14	40,01	40,06	40,19	40,12	40,10	40,01	40,13
40,12	40,11	40,25	40,04	40,08	40,23	40,16	40,12	40,05	40,05
40,18	40,05	40,12	40,08	40,09	40,16	40,20	40,14	40,09	40,09
40,05	40,01	40,11	40,12	40,10	40,15	40,18	40,16	40,11	40,11
40,00	40,03	40,10	40,11	40,13	40,12	40,14	40,15	40,10	40,17
40,01	40,27	40,10	40,17	39,99	40,09	40,10	40,18	40,14	39,98
40,08	40,07	40,16	40,18	40,15	40,03	40,06	40,20	40,13	40,00

Продолжение приложения Б

ТАБЛИЦА Б13 – ВАРИАНТ 13

Исходные данные – чертежный размер валика $\varnothing 10 \pm 0,1$

9,99	9,93	9,94	10,02	10,01	9,96	9,98	10,02	10,01	9,93
9,91	9,97	9,96	10,03	10,00	9,94	10,03	10,05	10,01	9,97
9,99	9,98	9,92	9,90	9,92	9,98	9,97	10,08	9,99	9,98
10,01	9,97	9,89	9,91	9,94	10,00	9,98	10,04	9,98	9,94
10,03	9,99	9,98	9,95	9,96	9,99	9,99	10,02	10,00	10,00
10,05	10,00	9,96	9,93	9,98	9,92	9,94	10,07	10,00	9,99
10,08	10,00	10,10	9,99	9,98	9,91	9,90	9,94	9,90	9,98
9,91	10,00	9,97	9,98	9,94	9,93	9,95	10,08	9,92	9,95
9,95	10,03	10,01	9,99	9,95	10,05	9,97	10,09	9,99	9,98
10,03	10,00	9,98	10,04	9,99	9,94	9,99	10,03	9,98	9,99

ТАБЛИЦА Б14– ВАРИАНТ 14

Исходные данные – чертежный размер отверстия втулки $\varnothing 20^{+0,3}$

20,15	20,22	20,05	20,16	20,18	20,14	20,18	20,06	20,28	20,18
20,17	20,18	20,07	20,29	20,17	20,18	20,30	20,08	20,25	20,20
20,19	20,16	20,01	20,27	20,17	20,23	20,16	20,12	20,21	20,14
20,18	20,29	20,09	20,24	20,28	20,28	20,17	20,12	20,33	20,11
20,10	20,26	20,11	20,17	20,24	20,30	20,22	20,15	20,17	20,21
20,05	20,21	20,13	20,15	20,13	20,26	20,14	20,17	20,18	20,24
20,10	20,12	20,17	20,09	20,11	20,31	20,15	20,19	20,16	20,20
20,19	20,24	20,22	20,18	20,09	20,20	20,24	20,00	20,13	20,12
20,24	20,08	20,24	20,08	20,06	20,20	20,21	20,04	20,11	20,17
20,28	20,16	20,26	20,16	20,04	20,21	20,27	20,27	20,17	20,15

ТАБЛИЦА Б15 – ВАРИАНТ 15

Исходные данные – чертежный размер оси $\varnothing 20_{-0,25}$

19,80	19,82	19,79	19,77	19,84	19,81	19,91	19,82	19,84	19,90
19,94	19,84	19,80	19,78	19,88	19,78	19,90	19,82	19,81	19,89
19,83	19,80	19,81	19,79	19,72	19,77	19,90	19,83	19,95	19,86
19,85	19,80	19,82	19,80	19,81	19,79	19,88	19,87	19,78	19,84
19,91	19,79	19,79	19,80	19,79	19,81	19,89	19,80	19,74	19,85
19,94	19,89	19,86	19,81	19,77	19,83	19,93	19,87	19,77	19,82
19,79	19,90	19,86	19,86	19,82	19,88	19,92	19,82	19,78	19,81
19,81	19,92	19,91	19,90	19,83	19,89	19,88	19,79	19,78	19,75
19,73	19,90	19,70	19,91	19,79	19,92	19,79	19,80	19,82	19,90
19,78	19,78	19,90	19,82	19,80	19,93	19,81	19,85	19,83	19,78

Продолжение приложения Б

ТАБЛИЦА Б16 – ВАРИАНТ 16

Исходные данные – чертежный размер центрального отверстия стакана $\text{Ø}60^{+0,35}$

60,20	60,17	60,14	60,14	60,22	60,19	60,20	60,19	60,16	60,10
60,23	60,32	60,19	60,18	60,21	60,05	60,18	60,14	60,09	60,13
60,21	60,20	60,23	60,19	60,27	60,20	60,15	60,18	60,19	60,15
60,10	60,20	60,27	60,20	60,08	60,21	60,13	60,20	60,30	60,17
60,33	60,27	60,29	60,20	60,29	60,22	60,23	60,24	60,31	60,19
60,13	60,30	60,21	60,24	60,15	60,24	60,24	60,29	60,32	60,20
60,19	60,32	60,24	60,28	60,13	60,27	60,27	60,33	60,29	60,36
60,17	60,19	60,18	60,37	60,11	60,26	60,28	60,09	60,21	60,21
60,24	60,10	60,14	60,29	60,09	60,22	60,20	60,11	60,22	60,23
60,28	60,08	60,12	60,25	60,13	60,21	60,21	60,16	60,20	60,27

ТАБЛИЦА Б17– ВАРИАНТ 17

Исходные данные – чертежный размер штанги $\text{Ø}45\pm 0,15$

44,95	44,88	45,10	45,00	44,98	44,92	45,04	45,08	44,94	45,01
44,98	44,89	45,02	45,02	45,01	44,94	45,07	45,06	44,98	45,00
44,99	44,93	44,99	45,08	45,01	44,96	44,86	45,04	44,92	44,98
45,02	45,12	45,00	45,06	45,03	44,97	45,09	45,02	45,15	44,99
45,08	44,99	45,04	45,04	45,07	44,98	45,02	45,01	44,96	44,89
45,10	44,97	45,06	44,89	45,05	44,99	45,00	45,00	44,95	45,09
45,00	45,03	44,84	44,92	44,98	44,99	44,97	44,98	44,99	45,05
44,87	45,06	44,97	44,91	44,85	44,13	44,95	44,97	45,04	45,03
45,01	45,09	44,96	44,97	44,96	45,01	44,99	45,10	45,07	45,11
44,98	45,12	44,98	44,99	44,91	45,06	45,00	44,93	45,02	44,88

ТАБЛИЦА Б18 – ВАРИАНТ 18

Исходные данные – чертежный размер центрального отверстия шестерни $\text{Ø}50^{+0,2}_{-0,1}$

50,09	50,02	49,99	50,20	50,00	50,01	50,05	50,06	50,12	50,17
50,12	50,20	49,98	50,18	50,06	50,06	50,04	50,08	50,09	50,13
50,18	50,17	49,98	50,14	50,05	50,11	50,13	50,10	50,10	50,09
50,07	50,14	50,01	50,12	50,09	50,16	49,94	50,12	50,09	50,22
50,00	50,12	50,07	50,11	50,10	50,18	50,14	50,14	50,08	50,08
50,01	50,10	50,08	50,10	50,13	50,14	50,10	50,09	50,01	50,10
49,95	50,10	50,25	50,08	50,11	50,12	50,09	50,16	50,07	50,07
49,99	50,02	50,09	50,04	50,17	50,21	50,03	50,18	50,12	50,05
50,07	50,00	50,04	50,02	50,19	50,08	50,00	50,19	50,05	50,12
50,08	50,04	50,19	50,21	49,96	50,09	50,02	50,19	50,11	50,17

Продолжение приложения Б

ТАБЛИЦА Б19 – ВАРИАНТ 19

Исходные данные – чертежный размер вала $\varnothing 50_{-0,32}$

49,80	49,81	49,83	49,71	49,80	49,90	49,88	49,87	49,79	49,79
49,82	49,79	49,85	49,81	49,81	49,90	49,68	49,83	49,81	49,81
49,94	49,72	49,87	49,93	49,79	49,91	49,78	49,84	49,95	49,83
49,81	49,75	49,90	49,72	49,78	49,87	49,86	49,79	49,80	49,87
49,80	49,77	49,89	49,86	49,67	49,82	49,76	49,81	49,89	49,85
49,75	49,79	49,85	49,90	49,77	49,83	49,74	49,83	49,88	49,91
49,70	49,96	49,82	49,88	49,71	49,64	49,72	49,86	49,92	49,87
49,73	49,80	49,81	49,85	49,69	49,80	49,70	49,69	49,89	49,84
49,85	49,80	49,66	49,83	49,82	49,79	49,88	49,72	49,87	49,80
49,82	49,82	49,77	49,80	49,88	49,78	49,90	49,76	49,85	49,79

ТАБЛИЦА Б20– ВАРИАНТ 20

Исходные данные – чертежный размер центрального отверстия детали $\varnothing 20^{+0,2}$

20,08	20,02	20,02	20,17	20,08	20,02	20,16	20,13	20,06	20,08
20,06	20,03	20,04	20,13	20,18	20,03	20,18	20,16	20,09	20,17
20,02	20,07	20,03	20,09	20,14	20,05	20,22	20,13	20,11	20,21
20,05	20,10	19,99	20,10	20,15	20,06	20,15	20,11	20,14	20,18
20,03	20,13	20,07	20,10	20,07	20,06	20,10	20,10	20,18	20,16
20,02	20,15	20,09	20,17	20,09	20,08	20,09	20,09	20,16	20,13
20,18	20,17	20,10	20,02	20,11	20,10	20,08	20,09	20,12	20,11
19,98	20,14	20,11	20,02	20,00	20,11	20,11	20,05	20,03	20,09
20,16	20,19	20,15	20,06	20,02	20,15	20,13	20,04	20,05	20,10
20,13	20,18	20,17	20,20	20,06	20,20	20,12	20,02	20,07	20,11

ТАБЛИЦА Б21 – ВАРИАНТ 21

Исходные данные – чертежный размер центрального отверстия стакана $\varnothing 40^{+0,36}$

40,26	40,33	40,09	40,29	40,18	40,28	40,18	40,20	40,16	40,24
40,35	40,32	40,12	40,24	40,18	40,18	40,05	40,26	40,14	40,04
40,10	40,20	40,18	40,20	40,16	40,09	40,18	40,31	40,12	40,23
40,12	40,18	40,20	40,22	40,12	40,19	40,27	40,23	40,17	40,16
40,18	40,22	40,20	40,21	40,09	40,37	40,13	40,22	40,22	40,24
40,22	40,28	40,34	40,18	40,10	40,14	40,25	40,25	40,28	40,22
40,20	40,12	40,22	40,25	40,12	40,19	40,11	40,22	40,21	40,21
40,28	40,16	40,09	40,23	40,16	40,21	40,17	40,21	40,03	40,27
40,32	40,20	40,33	40,28	40,34	40,20	40,18	40,19	40,18	40,25
40,30	40,08	40,32	40,22	40,11	40,22	40,21	40,20	40,19	40,24

Орлов Валерий Николаевич

**ГИСТОГРАММА И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

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

Редактор Е.А. Могутова

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 1,75	Уч.-изд. л. 1,75
Заказ	Тираж 22	Цена свободная

РИЦ Курганского государственного университета
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.