Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Ярославский государственный технический университет»

Кафедра «Технология материалов, стандартизация и метрология»

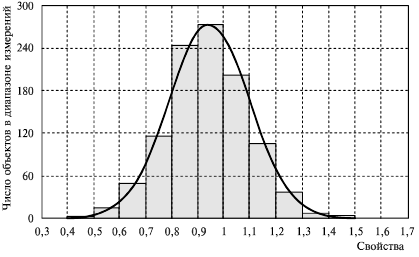
Рекомендовано советом

машиностроительного

факультета ЯГТУ

**Обработка результатов многократных прямых равноточных измерений**

Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Метрология»

****

Ярославль 2018

УДК 621.

МУ-18 Обработка результатов многократных прямых равноточных измерений: методические указания по курсовой работе по дисциплине «Метрология». /составитель В.Ф. Ершова. – Ярославль: издательский дом ЯГТУ, 2018. – 21 с.

Представлены материалы по выбору измерительных средств при измерении геометрических параметров деталей и их обработка при определении качества простым статистическим методом – методом построения гистограммы.

Предназначено для студентов инженерно-экономического факультета специальностей 27.03.01 «Стандартизация и метрология», 27.03.02 «Управление качеством».

Рис. – 7. Табл. – 6. Библиогр. назв. – 15.

Рецензенты:

В.И. Изюмова, начальник НИЛ ТТИ АО «ТИИР», к.т.н.

Ярославский государственный технический университет, 2018

**Введение**

В процессе производства любых изделий невозможно получить всю продукцию тождественного качества, т.е. параметры различных единиц изделий колеблются в определенных пределах. Это колебание вызывается комплексом случайных и систематических причин, которые действуют в процессе производства и определяют погрешности данного технологического процесса. Если колебание процессов параметров находится в допустимых пределах (в пределах допуска) то продукция является годной, если же выходит за эти пределы – брак.

При осуществлении контроля качества выпускаемой продукции производится обязательный сбор данных, а затем их обработка. Данные, касающиеся одного и того же параметра изделия, не могут многократно численно повторены при идентичных условиях, т.е. всегда наблюдается разброс данных и анализируя разброс их, можно найти решения возникшей в процессе производства проблемы.

Систематизация, обработка и исследование большого числа данных с помощью различных методов с целью выявления определенных закономерностей, которым они подчиняются, называются *статистической обработкой,* данные при этом называются *статистическими данными,* а применяемые методы – *статистическими методами.*

Контроль качества параметров изделия состоит в том, чтобы, проверяя нужным образом подобранные данные:

- обнаружить отклонения параметров от запланированных значений;

- найти причину их появления;

- устранить причину отклонения;

- проверить соответствие данных запланированным.

Устранять причину отклонения параметров от заданных необходимо лишь в случае, когда качество выпускаемого изделия хуже запланированного (т.е. получается брак).

Японские специалисты собрали из всего множества семь статистических методов или так называемые *«семь инструментов контроля качества»*. Их заслуга состоит в том, что они обеспечили простоту, наглядность, визуализацию этих методов, превратив их фактически в эффективные инструменты контроля качества. Ими являются:

1) стратификация (расслоение) – инструмент, позволяющий произвести селекцию данных в соответствии с различными факторами;

2) контрольный листок – инструмент для сбора данных и их автоматического упорядочения для облегчения дальнейшего использования собранной информации;

3) диаграмма Паретто – инструмент, позволяющий объективно представить и выявить основные факторы, влияющие на исследуемую проблему и распределить усилия для ее решения;

4) причинно-следственная диаграмма Исикавы – инструмент, который позволяет выявить наиболее существенные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие);

5) гистограмма – инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенный (заранее заданный) интервал;

6) диаграмма разброса – инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи двух рассматриваемых параметров процесса;

7) контрольные карты – инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него (с помощью соответствующей обратной связи), предупреждая его отклонения от предъявленных к процессу требований.

Эти методы можно рассматривать и как отдельные инструменты, и как систему методов. Последовательность применения семи методов может быть различной в зависимости от поставленной цели.

Известный японский специалист в области качества профессор К.Исикава говорил: «Основываясь на опыте своей деятельности, могу сказать, что 95% всех проблем фирмы могут быть решены с помощью этих семи приемов». Поэтому статистические методы – это то средство, которое необходимо изучать, чтобы внедрить управление качеством. Они – наиболее важная составляющая комплексной системы контроля Всеобщего Управления Качеством.

Целью данной курсовой работы является:

- развитие навыков самостоятельной работы студентов и овладение методикой проведения многократных равноточных прямых измерений;

- выбор измерительного средства, изучение его принципа действия и метрологических характеристик;

- обработка результатов измерений;

- оценка погрешности результатов измерений;

- приобретение навыков пользования справочной литературой, ГОСТами, правилами и методами обработки результатов измерений.

Курсовая работа состоит из двух частей:

- Выбор измерительных средств для измерения заданного геометрического параметра изделия.

- Обработка результатов многократных прямых равноточных измерений.

**1 Основные понятия**

В настоящее время существует множество видов измерений, различаемых физическим характером измеряемой величины и факторами, определяющими разнообразные условия и режимы измерений.

Измерение – это нахождение физической величины с помощью технических средств измерения или познавательный процесс, заключающийся в сравнении данной физической величины с известной, принятой за единицу.

В настоящее время существует множество видов измерений, все их можно разделить на группы по виду:

1. По характеристике точности (по условиям измерений):

- равноточные;

- неравноточные.

2. По числу измерений:

- однократные;

- многократные.

3. По отношению к измерению во времени:

- статические;

- динамические.

4. По метрологическому назначению:

- технические;

- метрологические.

5. По выражению результата:

- абсолютные;

- относительные.

6. По способу получения результатов измерения:

- прямые;

- косвенные;

- совокупные.

7. По связи с объектом:

- контактные;

- бесконтактные.

8. В зависимости от специально поставленной цели:

- комплексные;

- дифференциальные.

В данной курсовой работе используются многократные прямые равноточные измерения.

Прямые измерения – это измерения, при которых значение физической величины находят непосредственно по отсчетному устройству прибора.

Равноточными измерениями называют ряд измерений какой-либо величины, выполненных в одних и тех же условиях и на одинаковых по точности средствах измерения.

Однократные измерения – это такие измерения, которые проводят 1, 2 или 3 раза (*n* < 4).

Многократные измерения – это измерения, которые состоят из ряда однократных измерений (*n* > 4).

Многократные измерения проводят для получения наиболее точных результатов измерения.

Основная задача обработки результатов многократных измерений – нахождение результата измерения физической величины и оценка его погрешности.

Погрешность измерения – это отклонение измеренного значения физической величины от его истинного значения.

Для определения результата многократных измерений и оценки их погрешностей широкое распространение получили вероятностно-статистические методы.

При прямых измерениях выполняется следующий порядок операций:

- исключают известные систематические погрешности из результатов измерений;

- проверяют гипотезу о принадлежности результатов наблюдении нормальному закону распределения;

- устанавливают наличие грубых погрешностей в совокупности результатов наблюдений и результаты измерений, содержащие грубые погрешности, исключают из обработки;

- вычисляют оценку истинного значения измеряемой величины (результат измерения);

- вычисляют погрешности результата измерения (случайные и неисключенные, систематические) и записывают в форме предусмотренной МИ 1317-2004.

**1.1 Внесение поправок в результаты измерений**

Внесение поправок в результат измерений является наиболее распространенным способом исключение систематических погрешностей (). Поправка численно равна значению систематической погрешности, противоположна ей по знаку и алгебраически суммируется с результатом измерения

*q* = -.

Однако и *q* в зависимости от условий измерения может рассматриваться либо как детермированная (определенная), либо как случайная величина. Например, если погрешность определяется только погрешностью СИ, то - величина детермированная. Если же известен лишь диапазон изменения то она учитывается как случайная величина, для которой используются оценки ее математического ожидания и дисперсии.

**1.2 Проверка гипотезы нормального распределения результатов измерений**

При обработке многократных прямых измерений используют статистические методы обработки результатов наблюдений, которые часто основываются на гипотезе о нормальном распределении. Поэтому при решении многих практических задач важную роль играет проверка соответствия распределения случайных величин нормальному закону распределения, которому чаще всего подчиняются результаты большинства случайных измерений, что необходимо для обоснования выбора доверительных границ результатов измерений и оценки точности измерений.

Для определения вида закона распределения по опытным данным на практике широко применяют **метод построения гистограммы.**

**Гистограмма** – это инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенный (заранее заданный) интервал.

**Гистограмма** применяется главным образом для анализа значений измеряемых параметров.

**Гистограмма** представляет собой столбчатый график, построенный по полученным за определенный период данным, которые разбиваются на несколько интервалов; число данных, попадающих в каждый из интервалов (частота), выражается высотой столбика. Как правило, интервалы одинаковы. Данные для построения гистограммы собираются в течение длительного периода – недели, месяца, года и т.д.

**Гистограмма** используется для:

- показа характера изменчивости измерений;

- сообщения визуальной информации о ходе процесса;

- принятия решений о фокусе усилий по улучшению.

Основой для построения гистограмм служит таблица частот, в которой диапазон значений разбивается на некоторое число интервалов, для каждого из которых указана частота, то есть количество попавших в данный интервал значений. После построения гистограммы необходимо подобрать такую теоретическую плавную кривую распределения, чтобы она, выражая все существенные черты опытного распределения, сглаживала бы все случайности, связанные с недостаточным объёмом экспериментальных данных.

По ряду критериев можно проверить гипотезу о том, что распределение данных не противоречит закону распределения. Например, наиболее эффективными являются ω-критерий Колмогорова и χ2-критерий Пирсона.

Критерий Пирсона чаще всего применяют при числе результатов наблюдений *n* 50.

При 15 *n* 50 нормальность распределения проверяют припомощи составного критерия по МИ 1317-2004.

Если *n* 15, то принадлежность результатов измерения к нормированному распределению не проверяют.

Все критерии согласия составляют по одинаковой схеме:

1. Выбирают некоторый параметр *U*, который может служить мерой случайного разброса результатов наблюдений при предлагаемом (теоретическом) законе распределения.
2. Задаются некоторой вероятностью значимости наличия расхождения закона распределения результатов наблюдений с теоретическим законом (обычно задаются уровнем значимости от 10 до 2%).
3. Найденный параметр *U* сравнивают с величиной *U*p, взятой из таблицы для теоретического закона распределения этого параметра при заданном уровне значимости.
4. Опытное распределение не согласуется с теоретическим, если *U* *U*p.

**Гистограмма** применяется в основном для анализа значений измеренных параметров, но может использоваться и для расчетных значений.

Так как гистограмма выражает условия процесса за период, в течение которого были получены данные, полезную информацию может дать форма распределения гистограммы в сравнении с контрольными нормативами.

Основные модификации формы гистограммы и их описание представлены в таблице 1.

**1.3** **Построение гистограммы статистического распределения**(рисунок 1)

1. Из полученного ряда выбирают максимальное и минимальное значения.

2. Разбивают весь ряд показаний (между максимальным и минимальным значе­ниями) на несколько равных интервалов

*r* = (1.1)

(удобно брать 5, 7, 9 или 11 интервалов).

3. Ширину интервала ∆*х*i *(i =* 1,2,..., *r)* выбирают постоянной для всего ряда данных, т.е.

∆*х*i = (1.2).

Вычисленное значение ширины интервала обычно округляют.

4. Подсчитывают количество показаний mi, попадающих в каждый *i*-й интервал размеров. Если показания совпадают с границей интервала, то необходимо к каждому из смежных интервалов отнести по 1/2единицы.

5. Откладывают вдоль оси результатов наблюдений интервалы ∆*x*i в порядке возрастания индекса *i* и строят на каждом интервале прямоугольник с высотой, равной *f*i\*. Полученный график называется гистограммой статического распределения (рисунок 1).

6. Откладываем по оси абсцисс значения выбранных середин интервалов ∆*x*i.

Таблица 1 – Характеристика видов гистограмм

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид | Название | Описание |
| 1 | 2 | 3 |
|  | Гистограмма с двухсторонней симметрией | Нормальное распределение. Обычная симметричная форма, которая встречается чаще всего в экспериментах. Показывает, что процесс стабилен. |
| г  г2 | Гистограмма, положительно или отрицательно скошенная | Основание гистограммы плавно вытянуто влево или вправо. 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 значения ниже определённого, например для диаметра деталей и т.д. |
|  | Двугорбая гистограмма | Гистограмма содержит два возвышения, которые чаще всего имеют разную высоту, с провалом между ними и отражает случаи объединения двух распределений с разными средними значениями, например, в случае наличия разницы между двумя станками, между двумя видами материалов (или комплектующих), между двумя операторами и т.д. В этом случае можно провести расслоение по двум видам фактора, исследовать причины различия и принять соответствующие меры для его устранения |
| б | Мультимодальная гистограмма («гребёнка») | Такая гистограмма встречается в случаях, когда число единичных наблюдений, попадающих в класс, колеблется от класса к классу. Такая форма может быть связана с неправильным округлением. Требуется изменение методики построения гистограммы. |
| Окончание таблицы 1 | | |
| 1 | 2 | 3 |
| б | Гистограмма с прогалом (с «вырванным зубом») | Такая гистограмма получается, когда ширина интервала класса не кратна единице измерения (не выражается целым числом выбранной единицы измерения), когда оператор ошибается в считывании показателей шкалы, и т.д. |
|  | Гистограмма с отделённым островком | Такой гистограммой выражаются случаи, когда была допущена ошибка при измерениях, когда наблюдались отклонения от нормы в ходе процесса и т.д. По результатам анализа гистограммы делают заключение о необходимости настройки измерительного прибора или срочного осуществления контроля параметров процесса и применяют соответствующие меры. |
|  | Гистограмма, не имеющая высокой центральной части (плато) | Такая гистограмма получается в случаях, когда смешиваются несколько распределений со средними значениями, имеющими небольшую разницу между собой. Анализ такой гистограммы целесообразно проводить с использованием метода расслоения. |
|  | Гистограмма в форме обрыва | У данной гистограммы как бы обрезан один край. Такая форма представляет случаи, когда часть изделий партии с параметрами ниже контрольного норматива исключаются. Требуется исследование причин отклонения значений параметров от нормы и стабилизация процесса. После этого можно прекратить отбор изделий, значения параметров которых отличаются от нормальных. |

7. На оси ординат в середине каждого интервала откладываем частоту *m*i, т.е. количество показаний, попадающих в каждый интервал. Соединяя найденные

точки, получают **полигон распределения** (ломанная линия).

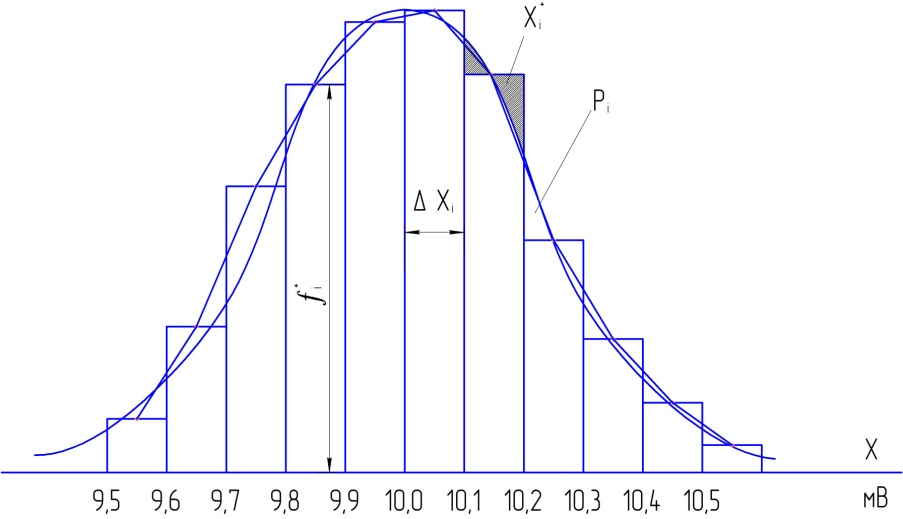


Рисунок 1 – Гистограмма, полигон и кривая нормального статистического распределения

8. После построения гистограммы надо **подобрать теоретическую плавную кри­вую распределения,** которая, выражая все существенные черты опытного распределе­ния, сглаживала бы все случайности, связанные с недостаточностью объема экспери­ментальных данных.

**1.4** **Оценка погрешности результата многократных прямых измерений**

При измерении величины *Х* получили ряд результатов измерений *х*1, *х*2, …*хn*. Следует определить оценку истинного значения и показатели точности этой оценки.

Методика обработки многократных измерений состоит из следующих этапов:

1) Исправляют результаты измерений исключением систематической погрешности.

2) Вычисляют среднее арифметическое значение

= (1.3)

и принимают его за оценку истинного значения величины *Хi*, за результат измерения.

3) Для оценки возможных отклонений от *Хi* определяют опытное среднее квадратичное отклонение (СКО)

, (1.4)

где – *i*–й результат измерения;

*n* – число измерений

4) Вычисляют оценку среднего квадратичного отклонения среднего арифметического значения, которая является показателем точности среднего арифметического значения

= . (1.5)

.

5) Находят границы доверительного интервала, в котором с заданной вероятностью находится случайная погрешность результата измерения

= · , (1.6)

где - коэффициент функции распределения, при *n* > 20 – распределение Лапласа; при *n* < 20 – распределение Стьюдента; определяется по таблицам ГОСТ 8.207-76 (переиздание 2006 г.)

6) Окончательный результат записывают в виде

= *Х*i (1.7)

при вероятности Р = 0,95.

**2 Выбор измерительных средств**

Исходя из исходных данных измерений, выбираем измерительное средство для контроля данного размера.

Выбор средств измерений (СИ) производим по коэффициенту уточнения. Это самый простой способ, предусматривающий сравнение точности измерения и точности изготовления (функционирования) объекта контроля.

Здесь предусматривается введение коэффициента уточнения *КТ1* (коэффициента закона точности) при известном допуске *Т* и предельном значении погрешности измерения []

*КТ1* = *Т/*2] (2.1)

Величину, обратную КТ1, называют относительной погрешностью метода измерения *А*изм = 1/ *КТ1* (2.2)

В соответствии с ГОСТ 8.051-81 значения пределов допускаемых погрешностей [] для линейных размеров задаются в зависимости от допусков и квалитета и представлены в таблице 2.

[] = (0,20…0,35) *Т* = (2.3)

Таблица 2 – Зависимость диапазона допусков от квалитета

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Квалитет | 2 – 5 | 6 – 7 | 8 – 9 | 10 – 16 |
| Средний коэффициент *ρ* | 0,35 | 0,30 | 0,25 | 0,20 |
| Диапазон допусков, мкм | 0,8 – 2,7 | 6 – 63 | 14 – 155 | 40 – 4000 |
| Диапазон [Δизм], ±мкм | 0,25 – 10,00 | 2 – 19 | 3,5 – 39,0 | 8 – 800 |

Для линейных размеров указанное соотношение между [] и *Т* от 20 до 35% соответствует *КТ1* = 2,5…1,4.

При выборе СИ по величине *КТ1* необходимо иметь соответствующие справочные данные о погрешностях конкретных СИ, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Предельные погрешности наиболее распространенных универсальных средств измерения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Измерительные  средства | Предельные погрешности измерения [Δизм], мкм | | | | | | | |
| для интервалов размеров, мм | | | | | | | |
| до 10 | 11-50 | 51-80 | 81-120 | 121-180 | 181-260 | 261-360 | 361-500 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Оптиметры, измерительные  машины (при измерении наружных размеров) | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 4,5 |
| То же (при  измерении внутренних размеров) | \_ | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | \_ | \_ |
| Микроскоп универсальный | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | \_ | \_ |
| То же | 5,0 | 5,0 | \_ | \_ | \_ | \_ | \_ | \_ |
| Миниметр с ценой деления: |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 мкм | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,5 | 6,0 | 8,0 |
| 2 мкм | 1,4 | 1,8 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 |
| 5 мкм | 2,2 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 6,5 | 8,5 |
| Рычажная скоба с ценой деления: |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 мкм | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | \_ | \_ | \_ | \_ |
| 10 мкм | 7,0 | 7,0 | 7,5 | 7,5 | 8,0 | \_ | \_ | \_ |
| Микрометр рычажный | 3 | 4 | \_ | \_ | \_ | \_ | \_ | \_ |
| Микрометр | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 |
| Индикатор | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 |
| Штангенциркуль с ценой деления: |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,02 мм | 40 | 40 | 45 | 45 | 45 | 50 | 60 | 70 |
| 0,05 мм | 80 | 80 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0,10 мм | 150 | 150 | 160 | 170 | 190 | 200 | 210 | 230 |

Если измеряемый размер попадает в стандартизованный ГОСТ 8.051-81 интервал 0…500 мм, то используют среднее значение *КТср1*, а предел основной допускаемой погрешности СИ находят как

=  (2.4)

и из таблицы 3 выбирают ближайшее СИ с такой погрешностью.

Для ориентировочного выбора без расчетов с последующим уточнением по таблицам универсальных СИ можно использовать номограммы, представленные на рисунках 2 – 4.

Характеристику выбранных средств измерений представить в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика объекта и средств измерений

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Объект измерения | Объем выборки, шт. | Нормативный  документ | Контролируемый  параметр | | Допустимые размеры, мм | |
| max | min |
|  |  |  |  | |  |  |
| Средство измерения | | Метрологическая характеристика, мм | | | | |
| Цена деления | | Пределы измерения | | |
|  | |  | |  | | |

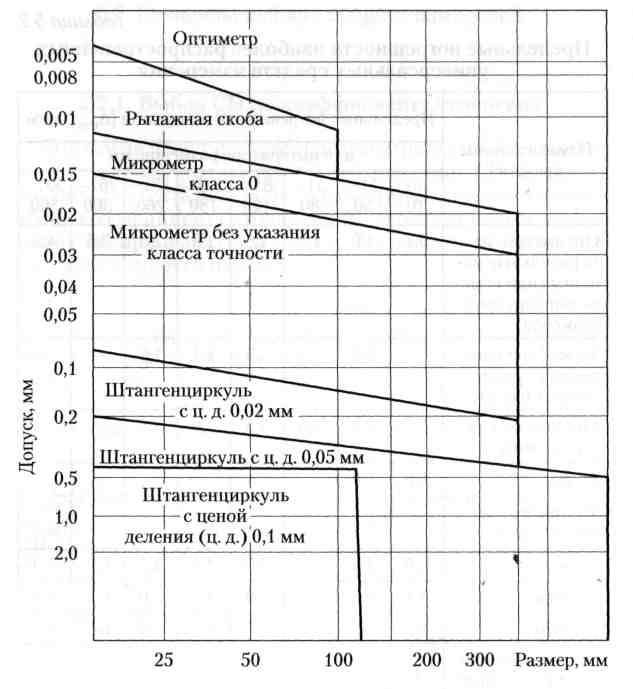


Рисунок 2 – Номограмма для выбора СИ валов

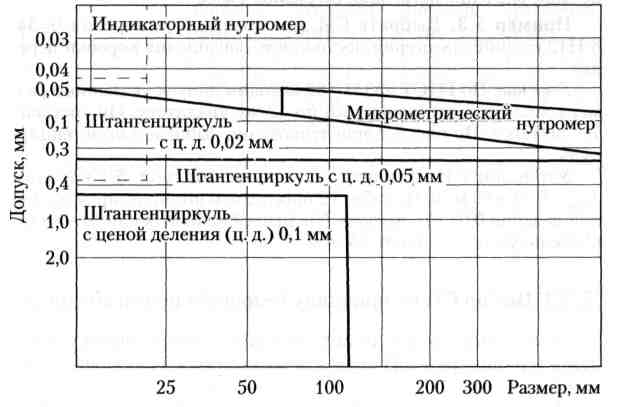
****

Рисунок 3 – Номограмма для выбора СИ отверстий

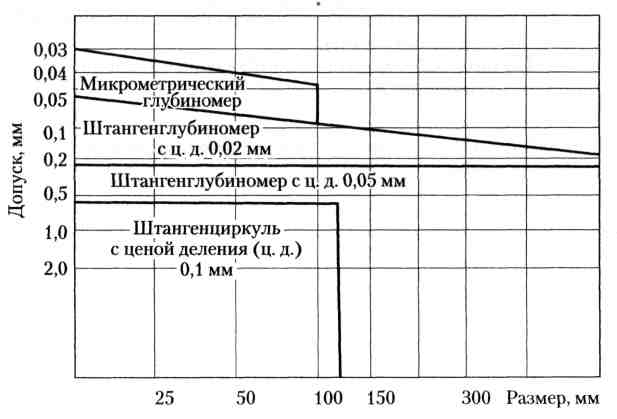


Рисунок 4 – Номограмма для выбора СИ глубины и высоты.

**3 Порядок обработки многократных измерений**

1. Ознакомиться с целью работы и теоретическими сведениями.

2. Записать исходные данные измерений и схему измерений (эскиз детали с обозначением номинального размера).

3. Составляем вариационный ряд, т.е. исходную информацию представить в виде таблицы, в которой расположить все значения измерений расположить в порядке возрастания величин (таблица 5).

Таблица 5 – Вариационный ряд измерений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № измер. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 8 | 9 | 10 |
|  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| № измер. | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | 18 | 19 | 20 |
|  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| № измер. | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | | 28 | 29 | 30 |
|  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| Предельные измеренные значения параметров в выборке | | | | | *Х*max | | |  | | | |
| *X*min | | |  | | | |

4. Составляем статистический ряд распределения.

Для построения статистического ряда распределения весь ряд измерений разбивается на *r* интервалов

*r =* 1 + 3,322 *lg* *n* = . (3.1)

Найденное число округляется до ближайшего нечетного целого.

Длина интервала

∆*х*i =  *.*  (3.2)

Для удобства эту величину надо округлить, а начало первого интервала выбрать так, чтобы *X*min входило в него, а *Х*max входило в последний интервал.

Если результаты измерений выражены трехзначными числами и более, то расчет целесообразно вести путем введения новой случайной величины *x*i1:

*x*i1 = . (3.3)

Все рассчитанные данные представить в таблице 6.

5. Провести статистическую обработку результатов измерений, используя формулу 1.3 и выведенную упрощенную формулу расчета среднеквадратичного отклонения

= ∆*х*i .(3.4)

Таблица 6 – Статистическая обработка результатов измерений

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № интервала | Границы интервала | Середина  интервала | Количество попаданий в интервал *m*i | *x*i1 | *m*i· *x*i1 | *m*i· *x*i1 2 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |
| n |  |  |  |  |  |  |
| Суммарное значение | | | 30 |  |  |  |

6. Построить гистограмму распределения измеренных величин, используя по оси *Х* – масштаб, включающий весь интервал разброса значений параметра, по оси *Y* – масштаб, включающий весь интервал разброса частот (количество попаданий в интервал. Нанести на гистограмму в виде вертикальных линий значения среднего (1.3) и допустимых предельных значений *Х*max и *X*min, а также все необходимые надписи.

7. Строим полигон распределения измеренных величин, соединив прямыми линиями середины верхних (горизонтальных) сторон прямоугольника гистограммы.

8. Наносим на схему гистограммы кривую нормального распределения.

9. Записываем окончательный результат измерения виде

*Х* = 2 при Р = 0,95. (3.5)

10. Проанализировать положение гистограммы в пределах допустимых значений, их форму и сделать вывод о качестве и состоянии процесса изготовления анализируемого объекта.

**4. Содержание курсовой работы**

1. Титульный лист, согласно СТП 702- 2005 университета.

2. Содержание.

3. Введение.

4. Задание (эскиз детали и исходные данные).

5. Расчетная часть.

5.1. Выбор измерительных средств (эскиз СИ, приложение А).

5.2. Обработка многократных измерений.

5.3. Анализ обработки измерений, вывод о качестве объекта

5.4. Вывод.

6. Заключение.

Список использованныж источников

1. Бастрыкин Д.В. Управление качествомна промышленном предприятии /Д.В.Бастрыкин, А.И.Евсейчев, Е.В.Нижегородов, Е.К.Румянцев, А.Ю.Сизикин, О.И.Торбина. – М. : издательство «Машиностроение», 2006. – 204 с.

2. ГОСТ 166-89 «Штангенциркули. Технические условия» [Электронный ресурс] //StandartGOST.ru - открытая база ГОСТов: <http://standartgost.ru/ГОСТ%20166-89>

3. ГОСТ 8.051-81 Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. – М.: Изд-во стандартов, 1982.

4. ГОСТ 8.207-2006 Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.

5. ГОСТ 8.411-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Микрометры рычажные»: [Электронный ресурс] // Библиотека ГОСТов и нормативных документов: http://libgost.ru/gost/384-GOST\_8\_411\_81.html

6. ГОСТ Р 8.736-2011. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. М.: Стандартинформ 2013.

7. Земельман М.А. Метрологические основы технических измерений./ М.А.Земельман – М.: Издательство стандартов,1991. – 51 с.

8. Кане М.М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: Учебное пособие /М.М.Кане, Б.В.Иванов, В.Н.Корешков, А.Т.Схиртладзе. – СПб: Питер, 2008. -560 с.

9. Методические указания выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм (По применению ГОСТ 8.051-81) РД 50-98-86 [Электронный ресурс] //Библиотека гостов, стандартов и нормативов: <http://www.infosait.ru/norma_doc/53/53980/index.htm> ГОСТ 6507-90

10. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.И.Аристов, Л.И.Карпов, В.М.Приходько, Т.М.Раковщик – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 384с.

11.«Микрометры. Технические условия» [Электронный ресурс] // Библиотека ГОСТов: http://vsegost.com/Catalog/10/10856.shtml

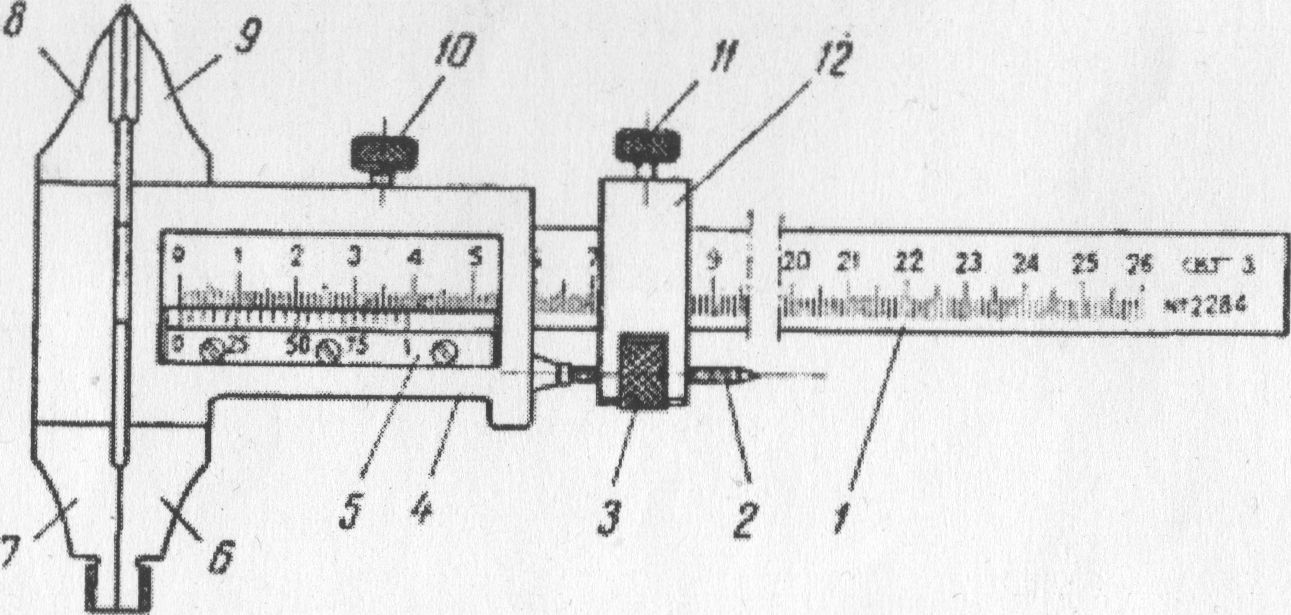
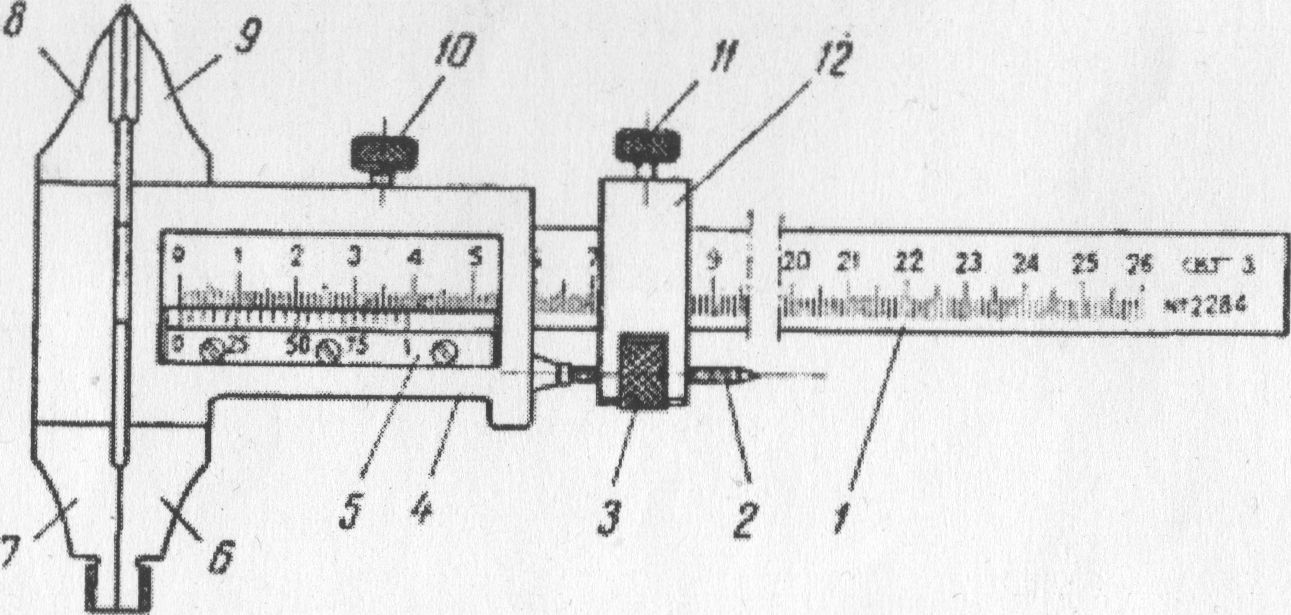
12. Пономарев С.В. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учебное пособие /С.В.Пономарев, С.В.Мищенко, В.Я.Белобрагин и др. – М.: РИА «Стандарты и качество» - 2005. – 248с.

13. Прохоров Ю.К. Управление качеством: Учебное пособие /Ю.К.Прохоров – СПб : СПбГУИТМО, 2007. – 144 с.

14. Сергеев А.Г. Метрология: Учебник. /А.Г.Сергеев. – М.: Логос, 2005. – 272с.

15. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник / А.Г.Сергеев, В.В.Тергеря. – М., издательство Юрайт: ИД Юрайт, 2011. – 820 с.

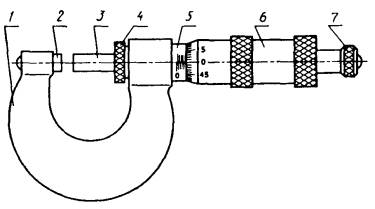
Приложение А.



1 – штанга; 2,10,11 – винты; 3 – гайка; 4 – рамка; 5 – нониус; 6,7,8,9 – губки;

12 - движок

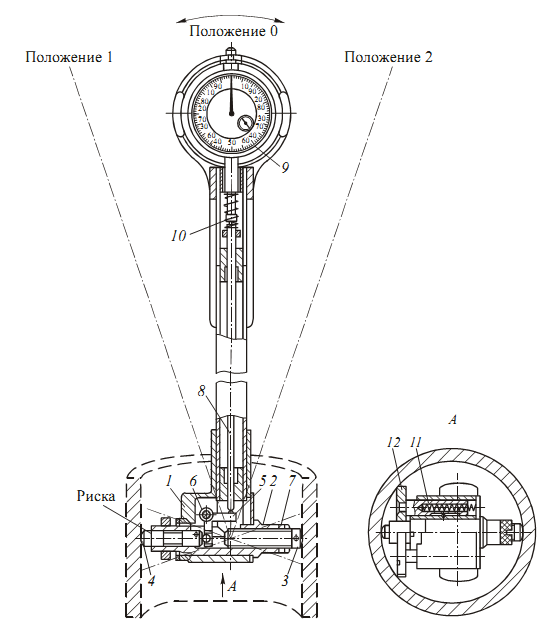
Рисунок 1 – Штангенциркуль ШЦ – II c точностью 0,05



1 - скоба; 2 - пятка; 3 *-*микрометрический винт; 4 *-*стопор; 5 - стебель;

6 *-*барабан; 7- трещотка

Рисунок 2 – Микрометр гладкий с точностью 0,01



1-корпус; 2-втулка-вставка; 3-сменный неподвижный измерительный стержень; 4-подвижный измерительный стержень; 5-двуплечий рычаг;

6-ось; 7-гайка; 8-шток; 9-индикаторная головка; 10-спиральная пружина; 11-пружины; 12-центрирующий мостик;

Рисунок 3 – Индикаторный нутромер