

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра инноватики и менеджмента качества

ИЗМЕРЕНИЕ КАЛИБРА-ПРОБКИ С ПОМОЩЬЮ МИНИМЕТРА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
для студентов специальностей
200503, 151001, 151002, 190201, 190202, 190603, 190601, 280101, 190702



Кафедра «Инноватика и менеджмент качества»

Дисциплины: «Взаимозаменяемость» (специальность 200503);

«Методы и средства измерений, испытаний и контроля»
(специальность 200503);

«Метрология, стандартизация и сертификация»
(специальности 151001, 151002, 190201, 190202, 190601,
190603, 280101, 190702)

Составлены на основы переработанных и дополненных методических указаний к выполнению лабораторной работы «Измерение калибра-пробки с помощью миниметра» / В.А. Фролов, В.Н. Высоцкая. – Курган: КМИ, 1989. -21 с.

Составили: канд.техн.наук, доцент Овсянников В.Е.
ассистент Чудинова Е.А.

Утверждены на заседании кафедры
«___»_____ 2012 г.

Рекомендованы методическим советом университета
«___»_____ 2012 г.

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении для определения годности размер элементов деталей машин применяют жесткие средства контроля - калибры. Калибры разделяют на гладкие, резьбовые, шлицевые, концевые жидкие и специальные. Комплект рабочих предельных калибров для контроля размеров гладких цилиндрических деталей состоит из проходного калибра ПР и непроходного калибра НЕ. Прежде всего, рабочими калибрами пользуются рабочие-изготовители и контролеры ОТК для контроля годности изготовленных деталей.

Если на данном заводе действуют представители заказчика, то они тоже могут контролировать годность деталей своими калибрами, которые называют приемными калибрами. Следует иметь в виду, что здесь дело не только в названиях, но и в размерах проходных калибров, применяемых в разных случаях. Если рабочий изготовит отверстие по изношенной (близкой к предельному износу) калибру-пробке ПР, то оно будет иметь размер, близкий к своему наименьшему, и если контролер будет контролировать это отверстие по новой калибру-пробке ПР, то эта пробка в такое отверстие не пройдет и контролер деталь забракует. Но по пробке рабочего деталь годная! Такое положение называют формальным браком.

Для того чтобы не было такой несогласованности в контроле, рабочему следует выдавать новые калибры ПР, а контролеру и приемщику - близкие к границе износа. По этой причине размеры проходных калибров пробок и скоб следует периодически измерять во время эксплуатации. В то же время такой периодический контроль позволит вовремя изъять из применения калибры, полностью изношенные.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Практическое ознакомление и освоение приемов измерения калибра-пробки для гладких цилиндрических деталей с помощью миниметра и сравнение полученных результатов с предварительно рассчитанные: исполнительными размерами данного калибра.

2. СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Миниметром называется универсальный рычажно-механический измерительный прибор, передаточное отношение которого достигает 1000:1 и осуществляется с помощью одного неравноплечего рычага, большим плечом которого является стрелка 7 (рис. 1), а малым плечом рычага - расстояние от точки опоры 5 до оси измерительного стержня - 1. Миниметр предназначен в основном для относительных измерений размеров и отклонений от правильной геометрической формы с точностью измерения от 0,01 мм до 0,001 мм, с пределами измерения по шкале от 0,06 мм до 0,60 мм точных деталей (квалитетов 9, 8, 7 и реже 6) в лабораторных и цеховых условиях, с измерительным усилием прибора не более $4 \pm \text{ИН}$. Допускаемые по стандарту погрешности измерения миниметров составляют примерно $\pm 50\%$ цены деления шкалы. Особенно распространено применение миниметров для контроля точных деталей, у которых проверке подлежат и диаметральные размеры, и отклонения от правильной геометрической формы (например, кольца подшипников качения в качения, плунжеры топливных насосов и точные детали гидросистемы и т.д.), т.к. отклонения от правильной геометрической формы (конусообразность, бочкообразность, овальность, огранка, радиальное биение, торцевое биение и др.) предельными калибрами не определяются. Миниметром могут измеряться изделия абсолютным методом, размеры которых не превышают величин пределов измерения по шкале. Миниметры применяют так же для рассортировки деталей. Для некоторой автоматизации процесса в миниметрах иногда устраивают сигнализацию перехода размера изделия за установленное отклонение. Для этого через ограничительные стрелки 4 (рис. 2) и через показывающую стрелку 2 пропускают электрический ток. Сигналы перехода могут быть звуковые (два различных по тону (или световые) две лампы различных цветов). Проверка деталей с использованием указателей допуска без отсчета действительных размеров повышает производительность контроля и уменьшает утомляемость контролера.

Для аналогичных измерений Ленинградский инструментальный завод (ЛИЗ) изготавливает измерительные головки с пружинной и пружинно-оптической передачей: микрометры ИГП, микаторы ИМП, миникаторы ИРИ и оптикаторы [1].

3. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ГОЛОВКА МИНИМЕТРА

Наиболее распространено применение миниметров для относительных измерений на стойке I /рис. 3/, в кронштейне которой закрепляется универсальная измерительная головка 2. Головки миниметров разделяются на широкошкальные (рис. 2,а) и узкошкальные (рис. 2,б), которые состоят из корпуса 8, трубки 13, шкалы 9, стрелки 7, наконечника 18, указателя допусков 10 и арретира 21. Внутри трубки и корпуса преобразование поступательных перемещений стрелки осуществляется с помощью различных передаточных механизмов. В современных конструкциях миниметров, передаточный механизм изготавливается или с качающимся ножом (верхним или нижним), или со скользящей опорой. Схема передаточного механизма с верхним качающимся ножом завода "Калибр" показана на рис. 1,а и с нижним качающимся ножом - Ленинградского инструментального завода - на рис. 1,б.

Измерительный стержень I, укрепленный на двух плоских пружинах 2, либо на спиральной пружине, связан с нижним ножом 3, на который опирается призма 4. Верхний качающийся нож 5 (рис.1,а) связан с V-образным вырезом во вкладыше призмы. Пружина 6, присоединенная к призме 4, обеспечивает постоянный контакт лезвия ножа с призмой и создает измерительное усилие. При подъеме измерительного стержня I нож поднимает призму, которая под действием пружины 6 поворачивается относительно верхнего качающегося ножа 5 и перемещает стрелку.7. Расстояние между ножевидными опорами служит малым плечом рычага «а». В зависимости от цены деления это расстояние у миниметров различно. Большим плечом рычага, обычно L=100 мм, является длина стрелки. Передаточное отношение миниметров составляет:

$$K = L / a \quad .$$

Цена деления шкалы равна: I / K .

Недостатком конструкции передаточного механизма с качающимся ножом является то, что случайные толчки, удары по измерительного стержню, непосредственно передающиеся ножевидным опорам, приводят к преждевременному износу деталей механизма. С точки зрения погрешностей измерения обе схемы равноценны.

Схема передаточного механизма со скользящей опорой изображена на рис. 1,в. Подпружиненный измерительный стержень 1 непосредственно связан с рамкой 8 и укрепленным на ней верхним двойным ножом 5. Нижний нож 3 неподвижно укреплен в корпусе миниметра. При перемещении измерительного стержня 1 вверх, рамка 8 и нож 5 поднимаются. Призма 4 вместе со стрелкой 7 под действием пружины 6 обкатывается и скользит по ножу 3. Разгружающее действие измерительного стержня предохраняет лезвия ножей от случайных ударов. Однако, в результате проскальзывания лезвий ножей относительно призмы, ножевидные опоры изнашиваются сравнительно быстро. Теоретическая погрешность передаточного механизма этой схемы в два раза больше, чем у миниметров с качающимся ножом. В практике изготовления эта погрешность компенсируется подбором радиуса нижнего ножа 3.

Конструкция трубки миниметра завода «Калибр» показана на рис.2,а. В корпусе трубки 13 смонтированы все детали передаточного механизма. Измерительный стержень I установлен на двух плоских пружинах 2, между которыми установлена распорная втулка 17. Плоские пружины обеспечивают перемещение стержня без трения скольжения или качения и без радиальных зазоров, хотя фактически в плоских пружинах имеется внутреннее трение, возникающее вследствие внутренних напряжений металла. Направляющие на пружинах обеспечивают высокую чувствительность к малым перемещениям даже при сравнительно большом весе перемещающихся деталей и большом вылете измерительных поверхностей. Основными недостатками мембранных и пружинных направляющих являются незначительная длина обеспечиваемого ими хода измерительного стержня и перекашивание направляемое деталей, если приложенное к пружинам усилие создает крутящий момент относительно продольной оси симметрии направляющего устройства. Измерительный стержень жестко связан с нижней ножевой опорой (ножом) 3, верхний конец которой имеющий форму лезвия, упирается в V-образный паз большой призмы 12. С призмой 12 жестко связана стрелка 7. В призме 12 расположена малая призма 4, в V-образном пазу которой установлен верхний качающийся нож 5. Величина малого плеча «а» регулируется смещением малой призмы 4 в пазу большой

призмы. Регулирование и фиксация положения призмы 4 производится винтами П (плечо «а» из-за малой величины на чертеже не показано). Второй конец верхнего качающегося ножа 5 упирается в стопор 14, жестко связанный с корпусом трубки 13. Стопор от раскручивания зафиксирован контргайкой 15. Спиральная пружина 6 служит для выборки зазоров в передаточном механизме миниметра и для создания постоянного измерительного усилия. Ограничительный винт 16 служит для предохранения передаточного механизма от поломки при чрезмерном нажатии на измерительный стержень.

На выступающий снизу измерительный стержень I насаживаются для измерения призм, цилиндров, уступов, глубины отверстий и т.д. измерительные наконечники 18 с плоскими или шаровыми поверхностями (рис. 2, в, г, д). Для удобства производить глубокий отвод измерительного стержня при измерении выемок, глубин отверстий, наконечникам придают пружинящее устройство (рис. 2, е, ж). Наружный наконечник 19 находится под действием пружины и может перемещаться на величину до 5 мм по внутреннему наконечнику 20, насаженному до упора на измерительный стержень миниметра. Арретир воздействует на наконечник 19, приподнимая его, как только наконечник 20 и измерительный стержень поднимутся до верхнего упора. Приподнимание должно быть всегда выполнено медленно, но отнюдь не толчками, чтобы не повредить опорных лезвий.

Сферические наконечники применяются при измерении деталей с плоскими поверхностями и цилиндрических деталей диаметром свыше 10 мм. Плоские наконечники служат для измерения размеров деталей со сферическими поверхностями (шарики, штихмассы) и наружных резьб методом трех проволочек. Ножевидные наконечники с узкой рабочей поверхностью в виде продолговатой ленточки применяются при измерении цилиндрических деталей диаметром до 10 мм (проволочки, ролики и т.д.). Кроме того, применяются различные специальные наконечники, например, при измерении толщины зубьев шлицевого валика с прямоугольным профилем зуба.

Вставки измерительных наконечников бывают стальными, агатовыми и корундовыми. Стальные вставки наиболее просты в изготовлении, но быстро

изнашиваются. Агатовые и корундовые вставки обладают значительно большей твердостью и износоустойчивостью. Однако, они очень хрупки и требуют большой осторожности в обращении.

4. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ПРИБОРА

Базовым узлом у миниметра является стойка типа С-П /рис. 3/. Стойка состоит из: устойчивого литого основания 1, в которое запрессована круглая вертикальная колонка 8; и подвижного круглого столика 9.

Тип выбираемой стойки (С), штатива (Ш) или штатива с магнитным основанием (ШМ) выделяется ценой деления шкалы измерительной головки: С-1 - до 0,05 мкм; С-П - от 1 до 5 мкм; Ш-1 и ШМ-1 - от 2 до 5 мкм; С-Ш, Ш-П и ШМ-П - до 10 мкм; С-IV, Ш-Ш и ШМ-Ш - свыше 10 мкм [2, 3]. Стойка миниметра целиком подобна стойке вертикального оптиметра.

Измерительная головка миниметра 2 монтируется на кронштейне 3 и крепится зажимным винтом 4. Кронштейн вместе с головкой миниметра может перемещаться по колонке вверх и вниз. Для зажима кронштейна 3 на колонке служит зажимной винт 5. Для предотвращения внезапного падения кронштейна и установки его по высоте служит опорная гайка 6. На основании 1 монтируется измерительный стол миниметра 9. Рабочая поверхность стола представляет собой точно доведенную плоскость. Стол расположен на нижнем основании 10, на которое он опирается тремя точками: шариком и двумя микрометрическими юстировочными (регулируемыми) гайками 13. Вращением одной или двух гаек 13 при юстировке обеспечивается перпендикулярность поверхности стола 9 к направлению движения измерительного стержня головки. Фиксация стола в установленном положении производится сферическими шайбами 11 и 12, стягиваемыми винтами 14. Основание 10 перемещается по высоте поворотом накатанной гайки 18, плотно соединенной с микрометрическим винтом 19, который перемещается по резьбе во втулке 20. Осевым упором стола служит шарик, зачеканенный в тело винта. Для возвращения стола в исходное положение служит пружина 16. Столик фиксируется в установленном положении стопором 15. Грубая установка головки миниметра, закрепленной на кронштейне 3, производится гайкой 6. Окончательная настройка на нулевое деление

шкалы (по блоку концевых мер) осуществляется при помощи гайки 18, т.е. регулированием высоты стола 9.

Примечание: В процессе выполнения лабораторной работы гайки 13 и винты 14 НЕ ВРАЩАТЬ!

5. РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ КАЛИБРОВ-ПРОБОК

Калибры пробки изготовляют в основном из легированных термообработанных сталей, твердость которых составляет HRC 56-61. Погрешность их изготовления должна быть равна нескольким микрометрам, а шероховатость $R_a=0,02-0,16$ мкм. Малый допуск на калибрах обусловлен современными требованиями взаимозаменяемости деталей.

Новые калибры изготовляют по исполнительным размерам. Для определения этих размеров на чертеже скоб проставляют наименьший предельный размер с положительным отклонением, для пробок и контрольных калибров - их наибольший размер с отрицательным отклонением. Таким образом, отклонение на чертеже проставляют "в тело" калибра, что обеспечивает максимум металла на изготовление и большую вероятность получения годных калибров. На схеме полей допусков гладких калибров-пробок для отверстий 6,7 и 8 квалитетов (рис. 4), приняты обозначения смещений и допусков, которые приведены в табл. 1. Эти смещения отсчитываются не от номинальных, а от предельных размеров контролируемых отверстий D_{\min} и D_{\max} .

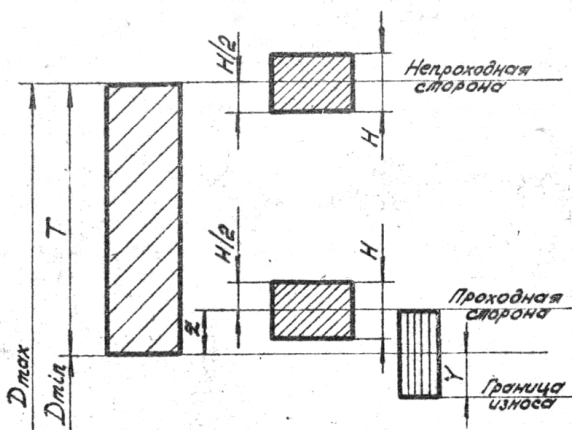


Рис. 4 Схема расположения полей допусков калибра

Допуски и отклонения калибров для контрольных отверстий
(внутренних размеров), по ГОСТ 24853-81

Квалитеты допусков изделий	Обозначения размеров и допусков	интервалы размера, мм						
		св.6 до 10	св.10 до 18	св.18 до 30	св.30 до 50	св.50 до 80	св.80 до 120	св.120 до 180
		размеры и допуски, мкм						
6	Z	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4
	Y	1	1,5	1,5	2	2	3	3
	H	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5
7	Z	2	2,5	3	3,5	4	5	6
	Y	1,5	2	3	3	3	4	4
	H	2,5	3	4	4	5	6	8
8	Z	3	4	5	6	7	8	9
	Y	3	4	4	5	5	6	6
	H	2,5	3	4	4	5	6	8
9	Z	7	8	9	11	13	15	18
	Y	0	0	0	0	0	0	0
	H	2,5	3	4	4	5	6	8

Z - отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера изделия;

Y - допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия;

H - допуск на изготовление калибров (за исключением калибров со сферическими измерительными поверхностями) для отверстия;

D – номинальный размер изделия;

D_{\min} – наименьший предельный размер изделия;

D_{\max} – наибольший предельный размер изделия;

T – допуск изделия.

Исполнительные размеры калибров определяют по формулам [4]: Пробка ПР новая: наибольший размер $Pr_{\max} = D_{\min} + Z + H/2$.

Наименьший размер $Pr_{\min} = D_{\max} + Z - H/2$.

Наименьший размер изношенного проходного калибра пробки

$Pr_{\text{изнош.}} = D_{\min} - Y$

Если калибр ПР имеет указанный размер, его нужно изъять из эксплуатации.

Наибольший размер непроходного нового калибра-пробки:

$$HE_{\max} = D_{\max} + H/2 \text{ - наименьший: } HE_{\min} = D_{\max} - H/2$$

Для установления размеров новых рабочих калибров и их предельных отклонений без дополнительных расчетов разработан ГОСТ 21401-75 [5], который содержит таблицы дополнительных размеров калибров.

При маркировке на калибр наносят номинальный размер детали, для которого предназначен калибр, буквенное обозначение поля допуска изделия, числовые назначения предельных отклонений изделия в миллиметрах (на рабочих калибрах), тип калибра (например ПР, HE, К-И) в товарный знак завода-изготовителя. Маркировку наносят на калибры и на ручки, в которых укреплены калибры.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Материально-техническое оснащение работы:

1. Миниметр
2. Калибры-пробки
3. Набор плоскопараллельных концевых мер длины
4. Обтирочный материал

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с методическими указаниями к выполнению лабораторной работы.

2. Записать характеристики прибора в табл. 1 отчета.

3. По заданному размеру отверстия детали или калибр-пробке (маркировка на торце калибра) рассчитать по ГОСТ 24853-81 исполнительные размеры калибр - пробки и занести их в табл. 2 отчета. Там же записать размер калибра-пробки, проставляемый на чертеже.

4. Нанести в выбранном масштабе необходимые размеры и отклонения на схему расположения полей допусков отверстия и калибра, используя ГОСТы [4, 6].

5. Определить класс точности и размер блока концевых мер для настройки прибора на нуль и записать в отчет.
6. Тщательно протереть плитки, деталь и поверхность измерительного стола миниметра мягкой полотняной салфеткой.
7. Установить блок плиток на середину измерительного стола.
8. Установить кронштейн 3 вращая гайку 6 так, чтобы расстояние от измерительной поверхности наконечника головки миниметра до плоскости стола было на 0,5..1 мм больше размера блока плиток. После этого затянуть винт 5.
9. Отпустить винт 15 крепления стола.
10. Поднять стол миниметра, вращая гайку 18. Подъем стола производить до тех пор, пока стрелка миниметра не совпадает с нулевым делением шкалы.
11. Затянуть винт 15. Если при затяжке винта 15 стрелка отойдет от среднего деления шкалы, повторить установку.
12. Проверить стабильность трехкратным арретированием измерительного стержня. При арретировании стрелка должна возвращаться в исходное нулевое положение.
13. Нажать на арретир 21 и снять блок плиток со стола.
14. Положить измеряемую пробку на столик, нажать на арретир и подвести пробку под измерительный наконечник.
15. Определить отклонение действительного размера пробки от размера блока плиток, двигая пробку по измерительному столу прибора. В качестве отклонения размера пробки от размера блока следует принимать **НАИБОЛЬШЕЕ** отклонение по шкале миниметра (измерения проводить 3 раза в одной осевой плоскости). Результаты измерений заносить в табл. 3 отчета.
16. Определить овальность пробки, произведя измерения нескольких диаметров в одном поперечном сечении.
17. Определять конусность пробки, производя измерения в двух крайних поперечных сечениях в одной осевой плоскости.
18. Снять пробку со стола, предварительно нажав на арретир.
19. Подсчитать действительные размеры калибра, используя табл. 3 отчета.

20. Дать заключение о годности, сравнивая полученные значения с допустимыми расчетными предельными размерами по ГОСТу [4] (калибр годен в пределах допуска на изготовление, на износ, калибр не годен).

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость стандартизация и технические измерения. М. : Машиностроение, 1987. - 352 с.
2. Васильев А.С. Основы метрологии и технические измерения: Учебное пособие.- М. Машиностроение, 1988. -240 с.
3. Ганевский Г.М., Гольдин И.И. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении: Учеб. для сред. ПТУ. - М. :Высш. шк., 1987. -270 с.
4. ГОСТ 24853-81 (СТ СЭВ 157-75) Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски.
5. ГОСТ 21401-75 Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Исполнительные размеры.
6. ГОСТ 25347-82 (Т СЭВ 144-75) Поля допусков и рекомендуемые посадки.

8. ОТЧЕТ

по лабораторной работе

«Измерение калибра-пробки с помощью миниметра»

Таблица 1

Характеристика прибора

Завод-изготовитель	Пределы измерения по шкале	Цена деления	Допустимая погрешность измерения	Класс набора концевых мер

Формулы для определения исполнительных размеров калибров:

Таблица 2

Размеры калибра по ГОСТ 24853-81

Размер калибра, Проставляемый на чертеже, мм		Исполнительные размеры калибров-пробок, мм				
ПР	НЕ	ПР _{max}	ПР _{min}	ПР изнош.	НЕ _{max}	НЕ _{min}

Схема расположения полей допусков отверстия и калибра

Размеры блока концевых мер для настройки прибора на нуль /мм/

Таблица 3

Результаты измерений

Номер измерения	Отклонения со знаком (мкм)		Действительные размеры калибра		Наибольший размер, мм		Наименьший размер, мм		Овальность и конусность	
	ПР	НЕ	ПР	НЕ	ПР	НЕ	ПР	НЕ	ПР	НЕ
I										
II										
III										
I										
II										

Выводы:

«__» _____ 20__ г.

Работу выполнили: _____

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ

1. Что такое калибры? Какие калибры называют предельными?
2. Перечислите виды гладких калибров для контроля отверстий и для контроля валов и признаки годности деталей при контроле калибрами?
3. Какие конструкции гладких калибров-пробок и калибров скоб вы знаете?
4. Как образуются поля допусков гладких калибров?
5. Опишите маркировку гладких калибров.
6. Что такое миниметр? Какой метод измерения используется при работе на миниметре?
7. Техническая характеристика миниметра, используемого при выполнении данной работы?

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Цель работы.....	
2. Служебное назначение	
3. Измерительная головка миниметра.....	
4. Общее устройство прибора	
5. Расчет исполнительных размеров калибров-пробок.....	
6. Методические указания к проведению лабораторной работы	
7. Литература	
8. Форма отчета по лабораторной работе.....	
9. Перечень вопросов для защиты.....	

Виктор Евгеньевич Овсянников
Елена Александровна Чудинова

ИЗМЕРЕНИЕ КАЛИБРА-ПРОБКИ
С ПОМОЩЬЮ МИНИМЕТРА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
для студентов специальностей «Взаимозаменяемость» (специальность
200503); «Методы и средства измерений, испытаний и контроля»
(специальность 200503); «Метрология, стандартизация и сертификация»
(специальности 151001, 151002, 190201, 190202, 190601, 190603, 280101,
190702)

Редактор Е.А. Устюгова

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

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