

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра сопротивления материалов
и деталей машин

МЕТРОЛОГИЯ

*Лабораторный практикум
для студентов группы специальностей
74 06 Агроинженерия*

Минск
БГАТУ
2009

УДК 006.91(07)
ББК 30.10я7
М 54

Рекомендовано научно-методическим советом факультета «Технический сервис в АПК» БГАТУ.

Протокол № 4 от 23 апреля 2009 года

Составители:

канд. техн. наук, доц. *К.В. Сашко*;
канд. техн. наук, проф. *Б.В. Цитович*;
канд. техн. наук, доц. *Н.Н. Романюк*;
ст. препод. *А.Л. Вольский*;
ст. препод. *П.В. Клавсуть*

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Технология металлов» БГАТУ
В.М. Капцевич;
канд. техн. наук, доц. кафедры «Технология металлов» БГСХА
В.М. Короткин

М 54 **Метрология** : лабораторный практикум / К.В. Сашко [и др.]. –
Минск : БГАТУ, 2009. – 140 с.

ISBN 978-985-519-147-7.

УДК 006.91(07)
ББК 30.10я7

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Общие требования безопасности.....	5
2. Требования безопасности перед началом работы.....	5
3. Требования безопасности во время работы.....	6
4. Требования безопасности в аварийных ситуациях.....	6
5. Требования безопасности по окончании работы.....	7
Лабораторная работа №1 ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	8
Лабораторная работа №2 ВИДЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ.....	83
Лабораторная работа №3 ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	97
Лабораторная работа №4 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.....	110
Лабораторная работа №5 ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	127

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» является одной из важнейших инженерных дисциплин, поскольку неразрывно связана с главной задачей современного машиностроения – обеспечением высокого качества выпускаемой продукции.

Совершенствование технологических процессов, производство точных, надежных и долговечных машин и приборов, повышение качества продукции, обеспечение взаимозаменяемости и кооперирования производства невозможны без развития метрологии и постоянного совершенствования техники измерений.

Метрология – наука об измерениях физических величин, методах и средствах обеспечения их единства. Основные проблемы метрологии: развитие общей теории измерений; установление единиц физических величин и их системы; разработка методов и средств измерений, а также методов определения точности измерений; обеспечение единства измерений, единообразия средств и требуемой точности измерения; установление эталонов и образцовых средств измерений; разработка методов передачи размеров единиц от эталонов или образцовых средств измерений рабочим средствам измерений и др. Важнейшая роль в решении указанных проблем отводится государственной метрологической службе, имеющей научно-исследовательские институты и разветвленную сеть лабораторий государственного надзора и других организаций. Большую роль в развитии метрологии сыграл Д. И. Менделеев, который руководил метрологической службой в России в период 1892–1907 гг. Его выражение «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять» до сих пор является крылатым.

Цель изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» – формирование у будущих инженеров знаний и практических навыков использования и соблюдения требований технических нормативных правовых актов, выполнения точностных расчетов и метрологического обеспечения при изготовлении, эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники, изучение методики и порядка сертификации продукции и услуг.

Задачи дисциплины – формирование у студентов прочных знаний: элементов теории технических измерений, системы обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений, основ выбора требований к точности параметров и сущности стандартизации этих требований, по сертификации продукции, услуг, персонала и систем качества.

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1 Студенты допускаются к выполнению лабораторных работ после изучения требований и правил по охране труда, проверки преподавателем их знаний и оформления в журнале регистрации инструктажа.

1.2 Студенты обязаны знать и четко соблюдать правила внутреннего распорядка, установленные требования и правила по охране труда при нахождении в лаборатории и выполнении лабораторных работ.

Не допускается приносить и употреблять в лаборатории алкогольные, наркотические и токсические средства.

Студенты, находящиеся под воздействием алкогольных и наркотических средств к занятиям не допускаются.

1.3 При нахождении в лаборатории и выполнении лабораторных работ студенты должны бережно относиться к лабораторному оборудованию (макетам, моделям, приборам, установкам, а также методическим указаниям, плакатам и др. пособиям), поддерживать чистоту и порядок.

1.4 Студентам запрещается дополнять или изменять текст методических пособий путем дописывания или перечеркивания отдельных слов и т.д.

В равной степени в методических указаниях и других пособиях нельзя делать всевозможные пометки.

1.5 Студентам не разрешается находиться в лаборатории в верхней одежде (в пальто, куртках, плащах) за исключением случаев снижения температуры ниже допустимой.

1.6 Включение приборов и стендов осуществляется только преподавателем или лаборантом с соблюдением требований электробезопасности и пожаробезопасности или студентами с разрешения преподавателя (лаборанта).

1.7 Студентам в лаборатории запрещается курить.

1.8 Лица, допущенные к занятиям в лаборатории, должны уметь оказывать доврачебную помощь нуждающимся в этом.

1.9 Лица, виновные в нарушении требований инструкции, несут ответственность в дисциплинарном, административном или уголовном порядке.

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

2.1 Преподаватели и лаборанты при использовании в работе технических средств определяют рабочие места, проверяют исправность и комплектность приборов. При этом особое внимание должно быть обращено на то, чтобы вставки предохранителей соответствовали номинальным значениям.

2.2 Студенты должны быть ознакомлены с местом расположения огнетушителей и правилами пользования ими.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

3.1 Рабочие места должны содержаться в чистоте и порядке.

3.2 Студенты должны с разрешения преподавателя пользоваться только теми приборами, установками, макетами, которые имеют отношение к выполняемой работе.

3.3 Во избежание падения приборов и др. запрещается их устанавливать на край стола.

3.4 При работе с приборами (установками, стендами) требования безопасности соблюдаются согласно порядку, изложенному в методических указаниях к лабораторной работе.

3.5 Подключать приборы к электросети 380/220 В можно только с разрешения и в присутствии преподавателя.

3.6 При ощущении электрического тока на корпусе прибора необходимо немедленно его отключить и сообщить об этом преподавателю.

3.7 Следует немедленно прекратить работу, если при ее выполнении создаются условия, угрожающие здоровью студентов и известить об этом преподавателя (лаборанта).

3.8 При возгорании электроприборов, электродвигателей установок необходимо моментально отключить их от электросети.

3.9 Возгорание в электропроводке установок, неотключенных от сети, тушить только углекислотными огнетушителями, которые находятся в лабораториях.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

4.1 В случае возникновения пожара необходимо покинуть помещение в соответствии с планом эвакуации, принять меры по ликвидации очага пожара, для чего использовать подручные средства пожаротушения (огнетушитель). Необходимо доложить заведующему кафедрой, инженеру по охране труда, а (при необходимости) по телефону 101 вызвать пожарную команду.

4.2 При возникновении несчастных случаев, травм необходимо оказать доврачебную помощь пострадавшему, используя средства медицинской аптечки, при необходимости вызвать скорую помощь по телефону 103, сообщив заведующему кафедрой.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ОКОНЧАНИИ РАБОТЫ

5.1 Отключить приборы от источников питания, установить их на место хранения, проверить комплектность. Приборы и используемые материалы сдать преподавателю.

5.2 Категорически запрещается оставлять приборы во включенном состоянии.

Лабораторная работа №1

ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Цели и задачи работы

Цель работы: ознакомление со средствами измерений и их метрологическими характеристиками.

Задачи:

- 1) научиться классифицировать средства измерений;
- 2) ознакомиться с основными характеристиками средств измерений и их структурными элементами;
- 3) научиться выбирать средства измерений.

Общие положения

1.1 Средства измерений и их метрологические характеристики

Средства измерений – технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства. Средства измерений можно классифицировать:

- по конструктивным признакам (меры, измерительные приборы, установки и измерительные системы);
- по метрологическому назначению (эталоны, образцовые средства измерений, рабочие средства измерений);
- по виду измеряемых физических величин (приборы для измерения длин, углов, скорости и т.д.);
- по принципу действия (механические, оптические, пневматические и др.);
- по уровню точности (классы, разряды).

Эталоны – средства измерений, официально утвержденные и обеспечивающие воспроизведение и (или) хранение единицы физической величины с целью передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений.

Меры – средства измерений, предназначенные для воспроизведения заданного размера физической величины. Различают однозначные меры, воспроизводящие физическую величину одного размера (например, концевые меры длины, угловые концевые меры, гири), и многозначные меры, воспроизводящие ряд одноименных величин различного размера (например, линейка с миллиметровыми делениями, рулетка, транспортир угломерный).

Образцовые средства измерений – меры, измерительные приборы и

(или) преобразователи, служащие для поверки по ним других средств измерений и утвержденные в качестве образцовых.

Рабочие средства измерений – средства, используемые в производственных условиях для определения размеров деталей. Класс точности средства измерения – обобщенная характеристика, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также другими характеристиками средства измерения, влияющими на его точность, значения которых устанавливаются в стандартах на отдельные виды средств измерений.

Измерительные преобразователи предназначены для получения сигнала измерительной информации, его преобразования и выдачи в любой форме, удобной для передачи, обработки, хранения или дальнейшего преобразования, но не поддающейся непосредственному восприятию оператором. Различают первичные и промежуточные измерительные преобразователи. **Первичные измерительные преобразователи** – первые в измерительной цепи – воспринимают информацию об измеряемой физической величине непосредственно от объекта измерений и формируют сигнал измерительной информации (терморезистор термометра сопротивления, фотоэлемент экспонетра). **Промежуточные измерительные преобразователи** занимают в измерительной цепи любое место после первичного. Они получают сигнал измерительной информации от предшествующих преобразователей и осуществляют его дальнейшее преобразование и передачу. Конструктивно обособленный первичный преобразователь традиционно называют «**датчик**» (он «дает» первичную информацию).

Выходной сигнал измерительного преобразователя может поступать на следующий преобразователь, на устройство запоминания, на устройство управления технологическим процессом (отключение нагревателя, прекращение шлифования детали) и т.д. Если измерительный преобразователь является частью прибора, его выходной сигнал может поступать на устройство отображения измерительной информации. Любой измерительный преобразователь, кроме первичного, действительно занимает промежуточное положение между первичным преобразователем и, например, исполнительным или демонстрирующим (регистрирующим) устройством. Измерительный преобразователь может быть простым (рычаг, рейка-зубчатое колесо) или сложным, включающим в себя несколько простых преобразователей (например, упругий элемент с наклеенным на него тензопреобразователем). Преобразователи следует рассматривать со всеми функционально важными элементами, участвующими в преобразовании измерительной информации. Например, рычаг

надо рассматривать с контактными элементами, воспринимающими и воспроизводящими перемещение, и с опорами, обеспечивающими его поворот. Преобразователь «зубчатая рейка – зубчатое колесо» следует рассматривать с направляющими, обеспечивающими поступательное перемещение рейки, и с опорами, обеспечивающими вращение колеса.

Измерительные приборы предназначены для получения от объекта измерения измерительной информации об измеряемой физической величине, ее преобразовании и выдаче в форме, поддающейся непосредственному восприятию оператором. По виду выходного сигнала приборы принято делить на *аналоговые* и *«цифровые»* (числовые). Выходной сигнал аналогового прибора является непрерывной функцией измеряемой величины. У «цифровых» приборов выходной сигнал *дискретный*, он обычно выдается на табло в числовой форме.

Принято различать приборы показывающие и регистрирующие (самопишущие и печатающие). Измерительный прибор (рисунок 1.1) обычно состоит из цепочки измерительных преобразователей, включающей первичный и промежуточные преобразователи, а также устройства отображения измерительной информации. Измерительная информация может выдаваться на систему шкала-указатель, цифровое табло, громкоговоритель, самопишущее, цифропечатающее или другое регистрирующее устройство.

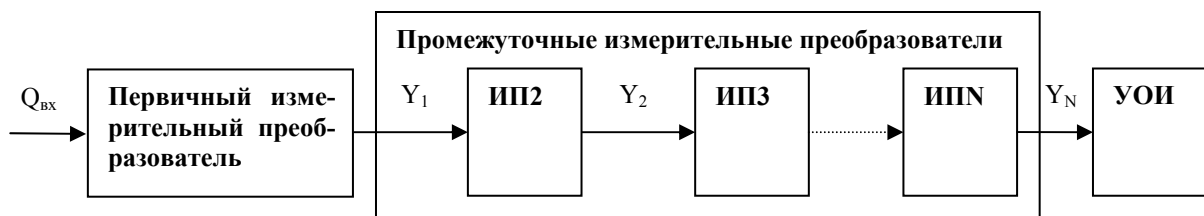


Рисунок 1.1 – Принципиальная схема измерительного прибора
(ИП – измерительные преобразователи,
УОИ – устройство отображения измерительной информации)

Измерительные установки включают в себя основные и вспомогательные средства измерений и дополнительные устройства, объединенные в одном месте и предназначенные для одновременных измерений нескольких одноименных или разноименных физических величин (многомерное приспособление для измерительного контроля радиального и торцового биений нескольких поверхностей вала, установка для определения коэффициента линейного расширения материала детали).

Измерительные системы включают в себя основные и вспомогательные средства измерений и дополнительные устройства, расположенные в раз-

ных местах и объединенные каналами связи. **Измерительные системы**, как и измерительные установки, предназначены для одновременных измерений нескольких одноименных или разноименных физических величин (система контроля температуры технологической линии производства пищевых продуктов, система сбора метеорологической информации).

Индикаторы – особый вид средств измерений в виде технического устройства или вещества, предназначенного для установления наличия (отсутствия) какой-либо физической величины или определения ее порогового значения (индикатор фазового провода электропроводки, индикатор контакта измерительного наконечника прибора для линейных измерений с поверхностью детали, лакмусовая бумага). В некоторых случаях в качестве индикаторов могут использоваться измерительные приборы (часы-будильник, омметр при проверке обрыва в электрической цепи).

Средства измерений принято различать по **принципам** действия, то есть по физическим принципам, используемым для преобразования измеряемой величины или сигнала измерительной информации. Так измерительный микроскоп относится к оптико-механическим приборам, индуктивный или резистивный преобразователь – к электрическим средствам измерений и т.д. Сложные приборы с длинной измерительной цепью обычно характеризуют одним (или двумя) наиболее важными принципами преобразования (например, лазерный интерферометр, фотоэлектрический угломер).

Измерительная цепь средства измерений – совокупность преобразовательных элементов, осуществляющих все преобразования измерительной информации в данном устройстве. Измерительная цепь прибора начинается с **чувствительного элемента**, который представляет собой часть первого в измерительной цепи преобразовательного элемента (первичного измерительного преобразователя), непосредственно воспринимающую сигнал измерительной информации от измеряемого объекта, т.е. находящуюся под непосредственным воздействием измеряемой физической величины (резервуар жидкостного термометра, крюк динамометра, губки штангенциркуля). У ряда средств измерений (приборы для измерений линейных и угловых размеров, приборы для измерений электрических величин, двухчашечные весы) могут быть два чувствительных элемента. Измерительная цепь прибора заканчивается устройством отображения измерительной информации (УОИ).

Устройство отображения (выдачи) измерительной информации у приборов с визуальной выдачей информации чаще всего представляет собой отсчетное устройство типа **шкала-указатель** или **цифровое табло**. У регист-

рирующих приборов выходной сигнал может записываться в виде графика на диаграммной бумаге, печататься в цифровой форме. В качестве устройств выдачи информации могут использоваться любые регистрирующие самопишущие или печатающие устройства. В приборах и индикаторах применяются и другие устройства визуальной индикации (нуль-указатели, светодиоды, табло светофорного типа), а также акустические устройства (звонок, громкоговоритель) и тактильные устройства (вибратор наручного будильника для слабо слышащих).

Использование средств измерений планируется в соответствии с их возможностями, которые описываются следующими техническими и метрологическими показателями.

Шкала прибора – часть отсчетного устройства, представляющая собой совокупность отметок, соответствующих ряду последовательных значений величины.

Длина деления шкалы – расстояние между осями или центрами двух соседних отметок шкалы, измеренное вдоль воображаемой линии, проходящей через середины ее самых коротких отметок.

Цена деления шкалы – разность значений измеряемой величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Диапазон показаний – область значений шкалы, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы, т.е. наименьшим и наибольшим значениями измеряемой величины.

Диапазон измерений – область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средств измерений.

Точность отсчета – точность, которая может быть достигнута при измерении с использованием отсчетных устройств, если они имеются.

Порог чувствительности – наименьшее перемещение измерительной поверхности, способное вызвать малейшее изменение в показании прибора.

Погрешность средства измерения – разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины, которое может быть установлено путем измерения образцовым прибором.

Измерительное усилие – усилие, создаваемое в месте контакта измерительного наконечника с поверхностью контролируемого изделия и направленное по линии измерения.

1.2 Принципы выбора средств измерений

Правильный выбор средств измерения не только обеспечивает требуе-

мую точность изготовления изделия, но и ускоряет процесс измерения, сокращает время обработки и сборки деталей и, следовательно, уменьшает себестоимость выпускаемой продукции.

Средства измерения выбирают с учетом метрологических и экономических факторов. При выборе и назначении средств измерения необходимо стремиться:

- к возможно более строгому ограничению действительных размеров контролируемых объектов установленными для них пределов;
- к возможно большему расширению производственных допусков, остающихся за вычетом погрешностей измерения;
- к наибольшему снижению затрат на измерительные средства и на содержание органов технического контроля.

Выбор измерительных средств ведется в следующей последовательности:

- а) выбирают организационно-технические формы контроля;
- б) определяют тип производства;
- в) выбирают тип контрольно-измерительных средств, в зависимости от масштаба производства, принятых организационно-технических форм контроля и конструктивных особенностей детали;
- г) выбирают измерительные средства в зависимости от точности контролируемой детали.

1.3 Выбор организационно-технических форм контроля

Различают пассивные и активные формы контроля.

Активная форма контроля наряду с непосредственными измерениями размеров, изделия активно воздействует на технологический процесс получения размера, обеспечивая стабильность технологического процесса и требуемую его точность.

Как правило, активный контроль предусматривает применение специальных контрольных приспособлений и автоматических систем.

Специальные контрольные приспособления изготавливаются для проверки одной конкретной детали.

Большое количество систем для активного автоматического контроля включает:

- а) контроль при помощи калибров, автоматически подводимых через определенные промежутки времени к обрабатываемой детали (ввиду сложности механической части в настоящее время этот метод применяется мало);

б) электрические контактные приборы, сигнализирующие о достижении заданного размера или останавливающие станок после получения годного изделия.

В настоящее время автоматические контрольные системы осуществляют подналадку станков, переключение на другие виды обработки и т.д.

Пассивная форма контроля ограничивается, в основном, регистрацией результатов контроля. Определяя лишь годность деталей, она осуществляется с помощью сплошной или выборочной проверки деталей после их обработки.

1.4 Влияние типа производства на выбор измерительных средств

Тип производства определяет вид контрольно-измерительных средств, применение которых в каждом конкретном случае является экономически наиболее целесообразным, и обеспечивает требуемую производительность труда на каждой контрольной операции. В конечном счете, тип производства определяет уровень механизации контроля.

В индивидуальном и мелкосерийном производствах используются универсальные измерительные средства.

В серийном производстве контроль осуществляют жесткими предельными калибрами, шаблонами, специализированными контрольными приспособлениями, а также универсальными измерительными средствами.

В массовом производстве продукция контролируется специальными механизированными устройствами и предельными калибрами.

1.5 Влияние конструктивных особенностей контролируемого изделия на выбор измерительных средств

Конструктивные особенности (форма, габариты, масса и т.п.) деталей также накладывают определенные ограничения на выбор измерительных средств для контроля. Например, массивные детали контролируют переносными измерительными приборами, а детали небольших размеров – стационарными. Детали простой геометрической формы (шарики, ролики, втулки, пальцы и т.д.) с малыми числами проверяемых параметров целесообразно контролировать автоматическими устройствами.

Большое влияние на выбор измерительных средств оказывают материал детали и жесткость ее конструкции. Тонкостенные детали (втулки, гильзы) и детали из легких сплавов рекомендуется контролировать измерительными

приборами, имеющими небольшую измерительную силу, или приборами, работающими по бесконтактному методу измерений.

2 Порядок выбора измерительных средств

2.1 Участие технических служб в выборе измерительных средств

Принципиальное положение ГОСТ 8.051–81 в отношении выбора измерительных средств заключается в том, что при установлении приемочных границ, т.е. значений размеров, по которым производят приемку изделий, необходимо учитывать влияние погрешности измерений.

В выборе измерительных средств должны участвовать конструкторская, технологическая и метрологическая службы в пределах выполняемых ими служебных обязанностей.

Конструкторская служба участвует в выборе измерительных средств только правильным назначением допускаемых отклонений на размер детали.

Технологическая служба. В обязанности, технологической службы входит обеспечение наиболее экономичных технологических процессов. Для оценки технологического процесса технолог должен знать возможные количества действительного и ложного брака и руководствоваться при этом данными о технологическом распределении, допускаемой погрешности измерениями.

Метрологическая служба. Метрологическая служба участвует в выборе конкретных измерительных средств с учетом условий измерения. Эта служба обязана установить, в какой мере условия измерения, указанные в таблицах 1 и 2, соответствуют реально существующим, а также учесть специфические особенности производства (применяемость измерительных средств, их наличие и т. д.). Если метролог обнаружит, что рекомендуемые в таблице 1 и 2 условия измерения не могут быть созданы на существующем производстве, то он обязан оценить степень влияния несовпадающих условий и определить несмежные предельные погрешности при существующих условиях, а также их допустимость с точки зрения выполнения требований ГОСТ 8.051–81.

При неудовлетворительных результатах следует выбрать другое измерительное средство, при использовании которого в существующих условиях измерения (с учетом методической погрешности) будут удовлетворяться требования ГОСТ 8.051–81.

2.2 Выбор конкретных измерительных средств

Выбрать конкретное измерительное средство можно в зависимости от измеряемого размера, допуска на изготовление и допускаемой погрешности

измерения по ГОСТ 8.051–81, однако, по таблицам 1 и 2 РД–50-98-86 трудно выявить весь комплекс измерительных средств, которые можно использовать для измерения с допускаемой погрешностью.

Для упрощения процесса выбора конкретных измерительных средств составлены таблицы 3–8. В левой части таблиц указаны диапазоны номинальных размеров, сверху квалитеты (от IT2 до IT17), а на пересечении горизонтальных полос и вертикальных колонок указаны в виде дроби допускаемые погрешности измерений (числитель) и допуски на изготовление (знаменатель). Под ними номерами и буквами из таблиц 1 и 2 указаны измерительные средства и варианты их использования, при которых погрешность измерений не превышает допускаемых значений.

Для измерений внутренних размеров, а также глубин и уступов (таблицы 6 и 7) указана практически вся возможная номенклатура универсальных измерительных средств. При этом часть диапазонов номинальных размеров в некоторых квалитетах не обеспечена универсальными измерительными средствами. Для измерения этих размеров должны проектироваться специальные измерительные средства и разрабатываться соответствующие методики измерений.

В ответственных случаях при выборе измерительных средств, особенно при проектировании и модернизации производства, следует проводить технико-экономические расчеты.

Схема ключевых понятий (СКП) к лабораторной работе №1 представлена на рисунке 1.2.

Порядок выполнения работы

Задание

1 Для контроля размеров детали (деталь выдается преподавателем) обосновать выбор средства измерений.

Пример выбора конкретных измерительных средств

На чертеже детали указан наружный диаметр $\varnothing 16h5(-0.008)$. Требуется выбрать средство измерения этого размера. В зависимости от конфигурации и габаритов детали и требований к методике выполнения измерения следует решить вопрос о выборе накладного или станкового измерительного средства.

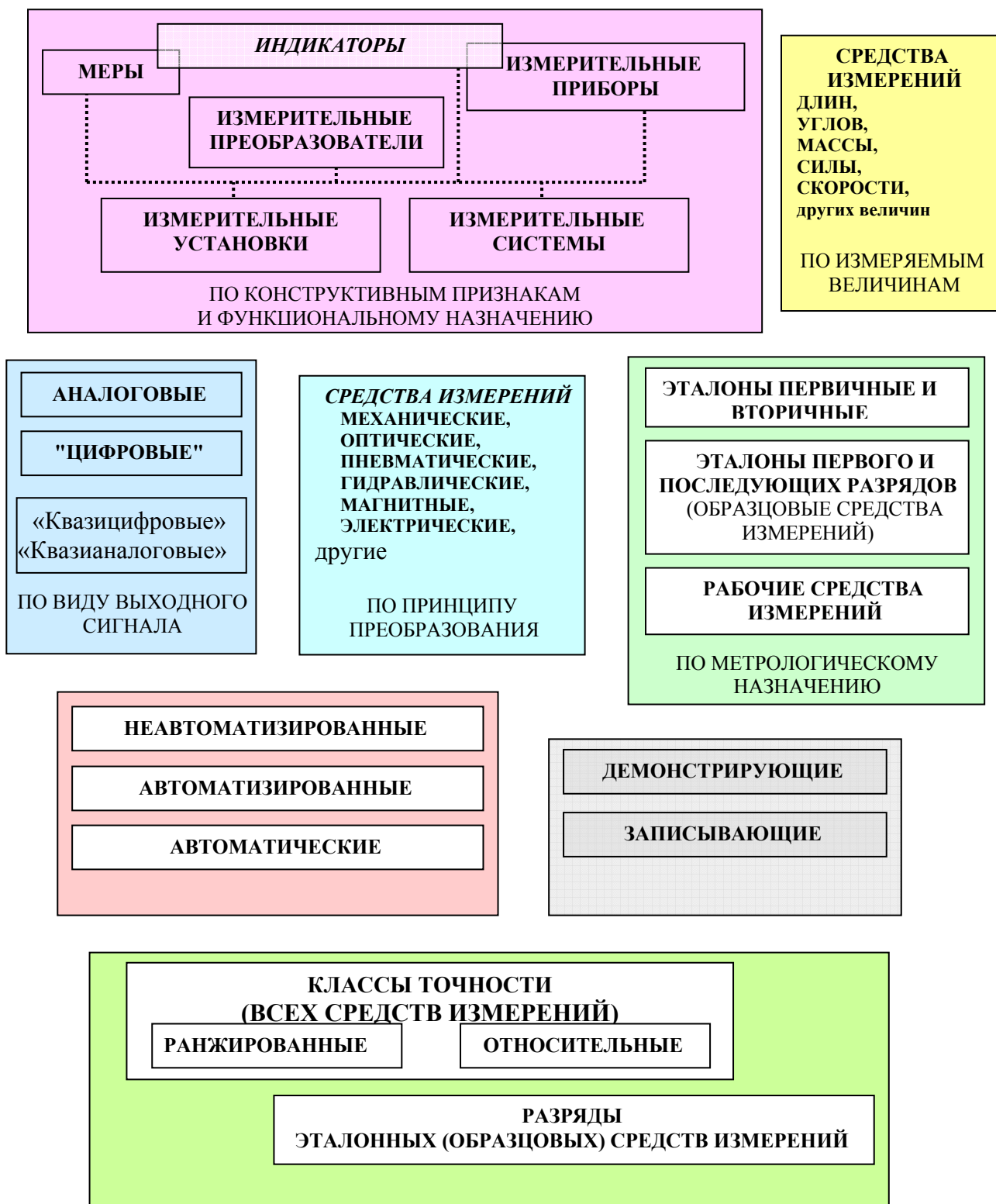


Рисунок 1.2 – СКП Классификация средств измерений

Предполагается, что схема и методика выполнения измерения выбраны таким образом, что методическая погрешность сведена до пренебрежимо малой величины.

Выбор накладного средства измерения производим по таблице 5. В графе, соответствующей 5 качеству, для диапазона размеров св. 10 до 18 мм находим обозначение «6в». В таблице 1 под номером 6 указаны микрометр рычажный и скоба рычажная. Буквой «в» обозначены условия измерения: настройка на размер должна производиться по концевым мерам длины 2 класса, при использовании отсчета в пределах ± 10 делений шкалы; температурные условия характеризуются температурным режимом 5 °С при обеспечении надежной теплоизоляции от рук оператора. Сделана оговорка, что контакт измерительных поверхностей с деталью должен быть плоскостным или линейчатым. В данном случае измеряемая поверхность цилиндрическая, следовательно последнее условие выполняется.

Выбор станкового средства измерения производим по таблице 4. В графе, соответствующей 5 качеству, для диапазона размеров св. 10 до 18 мм находим группу обозначений: 9б, 10а, 15а, 20б, 21а, 34а, 36б. По таблице 1 устанавливаем, что номерами 9 и 10 обозначены рычажно-зубчатые головки с ценой деления 2 и 1 мкм, 15 – микрокатор с ценой деления 2 мкм, 20 и 21 – пружинные малогабаритные головки с ценой деления 2 и 1 мкм, 34 – вертикальный и горизонтальный длиномеры, 36 – показывающий прибор с индуктивным преобразователем. Из указанных приборов выбираем тот, который имеется в наличии, проще в обращении и к условиям применения которого предъявляются менее жесткие требования.

Например, выбрана рычажно-зубчатая головка с ценой деления 1 мкм. В таблице 1.8 буквой «а» для нее обозначены следующие условия применения: установка в штативе с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом до 200 мм (этим условиям удовлетворяют штативы Ш-11Н и ШМ-11Н), настройка по концевым мерам длины 5 разряда, температурный режим 2 °С. Настройка на размер может производиться на произвольное деление, а отсчет может использоваться в пределах $\pm 0,05$ мм, т.е. в пределах всей шкалы.

Допустимо изменять условия измерения, но только таким образом, чтобы это не приводило к снижению точности измерения. Например, концевые меры 5 разряда могут быть заменены мерами более высокого разряда или нулевого класса, штатив можно заменить более жесткой стойкой и т. д. Однако следует помнить, что загробление одного из условий чаще всего не может быть компенсировано ужесточением остальных.

Таблица 1 – Предельные погрешности измерения наружных линейных размеров, биений и глубин универсальными измерительными средствами

Таблица 1.1

Средства измерения		Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм
№ для таблиц 5, 6, 7	Наименование и случаи применения	до 500
1	Линейка измерительная металлическая с ценой деления 1 мм	500

Таблица 1.2

Средства измерения		Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм						
№ для таблицы 5	Наименование и случаи применения	до 10	св. 10 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 500
2	Штангенциркули (ШЦ- I, ШЦТ-I, ШЦ-II, ШЦ-III) с отсчетом по нониусу 0,1 мм	150	150	200	200	200	200	250
3	Штангенциркули (ШЦ-II, ШЦ-III) с отсчетом по нониусу 0,05 мм	100	100	100	100	100	100	—

Таблица 1.4

Средства измерения		Варианты использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для таблицы 5	Наименование и случаи применения		Вид контакта	Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Класс применяемых концевых мер	Температурный режим, 0 °С, для диапазона размеров, мм				до 10	св. 10 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 100	св. 100 до 180	св. 180 до 200	св. 200 до 300	св. 300 до 400	св. 400 до 500
						0–50	50–100	100–200	200–500										
5	Скобы индикаторные (СИ) с ценой деления 0,01 мм	а*	Любой	3	5	5	5	5	5	10	12	15	15	20	20	25	40	50	60
		б**	Любой	3	4	5	5	5	2	10	10	10	12	12	12	15	18	20	25
		в**	Плоскостный\и линейчатый	0,1	4	5	–	–	–	6	7	7	–	–	–	–	–	–	–
					3	–	2	1	1	–	–	–	7	7	7	8	10	10	12
		г**		0,02–0,03	3	5	2	1	–	5	5	5	5	6	6	7	–	–	–

* Скобы при работе находятся в руках.

** Скобы при работе находятся в стойке или обеспечивается надежная изоляция от тепла рук оператора.

Таблица 1.5

Средства измерения		Варианты использования	Условия измерения					Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм											
№ для таблицы 5	Наименование и случай применения		Вид контакта	Класс применяемых концевых мер	Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 25	св. 25 до 50	св. 50 до 75	св. 75 до 100	св. 100 до 125	св. 125 до 150	св. 150 до 175	св. 175 до 200	св. 200 до 250	св. 250 до 300	св. 300 до 400	св. 400 до 500
					0-50	50-200	200-500												
6	Микрометры рычажные (МР или МРИ) с ценой деления 0,002 мм и 0,01 мм при установке на нуль по установочной мере и скобы рычажные (СР) с ценой деления 0,002 мм при настройке на нуль по концевым мерам длины при использовании на всем пределе измерения	а*	Любой	3	5	5	5	4	7	9	12	14	16	18	21	26	30	40	50
		б**		3	5	2	1	4	4,5	5	5	6	7	7	7	7	7	10***	10***
	То же при настройке на нуль по концевым мерам длины и использовании отсчета на ±10 делениях шкалы	в**	Плоскостный и линейчатый	2	5	2	1	2	3	3	3	3,5	4	4,5	5	4	5	6	7
	То же при настройке на нуль по концевым мерам длины, использовании отсчета на ±(1-2) делениях шкалы и четырехкратном измерении	г**		1	1	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,7	1,8	2,3	2,6	3,3

* При работе приборы находятся в руках

**При работе приборы находятся в стойке или обеспечивается надежная теплоизоляция от рук оператора

***При измерении микрометром рычажным с ценой деления 0,002 мм погрешность равна соответственно 8 мкм и 9 мкм

Таблица 1.6

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения						Предельные погрешности измерения мкм, для диапазона размеров, мм														
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Установочные узлы по ГОСТ 10197–70	Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Классы применяемых концевых мер	Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм			1–3	3–6	6–10	10–18	18–30	30–50	50–80	80–120	120–180	180–250	250–315	315–400	400–500		
						1–30	30–120	120–500															
7	Индикаторы часового типа (ИЧ и ИТ) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения от 2 до 10 мм, класс точности 1	а б в г д	До 250 мм – штативы и стойки с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом головки до 200 мм (С-IV; Ш-11Н; ШМ-11Н), свыше 250мм (Ш-11В; ШМ-11В).	10	5	5	5	5	15	15	15	15	16	16	18	20	22	25	35	40	45		
				5	5	5	5	5	12	13	13	13	14	14	15	18	20	25	35	40	45		
				2	4	5	5	2	10	10	10	10	10	10	12	12	12	14	18	20	22		
				1	3	5	2	1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10	11	12		
				0,1	3	5	2	1	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	9	9	10		
	То же, класс точности 0	е ж з и к		10	4	5	5	2	12	12	12	12	12	12	12	13	14	14	15	18	20	22	
				5	4	5	5	2	10	10	10	10	10	10	12	12	12	14	18	20	22		
				2	3	5	5	2	8	8	8	9	9	9	10	10	10	10	12	14	16		
				1	3	5	2	1	6	6	6	7	7	7	7	7	8	10	10	12			
				0,1	3	5	2	1	4	4	4	4	4	4	5	5	6	7	8	9	10		
	Индикаторы часового типа (ИЧ и ИТ) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения от 2 до 10 мм, класс точности 1, при измерении биений	л м н о п р		10	–	–	–	–	21														
				5	–	–	–	–	17														
				2	–	–	–	–	13														
				1	–	–	–	–	11														
				0,1	–	–	–	–	8														
				0,02–0,03	–	–	–	–	6														
То же, класс точности 0	с т у ф х	10	–	–	–	–	16																
		5	–	–	–	–	14																
		2	–	–	–	–	11																
		1	–	–	–	–	10																
		0,1	–	–	–	–	6																

Таблица 1.7

Средства измерения		Варианты использования	Условия измерения	Предельный погрешности измерения, мкм
№ для таблицы 8	Наименование и случаи применения		Используемый предел измерений, мм	
8	Индикаторы рычажно-зубчатые (ИРБ и ИРТ) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения 0,8 мм при измерении биения	а	0,8	15
		б	0,1	10
		в	0,01–0,02	5

Таблица 1.8

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня в мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197–70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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	св. 180 до 250
					Класс	Разряд	1–30	30–120	120–250										
9	Головки рычажно-зубчатые (2ИГ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения ±0,1 мм; с настройкой по концевым мерам длины на любое деление	а	±0,10	Штативы*	3	–	5	2	1	3	3	3	3,5	3,5	3,5	4	4,5	5	6

Продолжение таблицы 1.8

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня в мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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	св. 180 до 250
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-250										
9	То же, с настройкой на нулевое деление	б	±0,06	Стойки**	—	5	2	1	0,5	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8	2,2	2,2	—
10	Головки рычажно-зубчатые (2ИГ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения ±0,1 мм; при измерении биений	в	0,04	Штативы*	—	—	—	—	—	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,8	1,8	1,8
	Головки рычажно-зубчатые (1ИГ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения ±0,05 мм; с настройкой по концевым мерам длины на любое деление	а	±0,05	Штативы*	—	5	2	1	0,5	2	2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,8
	То же, с настройкой на нулевое деление	б	±0,03	Стойки**	—	4	2	0,5	0,2	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	—

Окончание таблицы 1.8

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня в мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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	св. 180 до 250
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-250										
10	Головки рычажно-зубчатые (1ИГ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения ±0,05 мм; при измерении бие-ний	в	0,020	Штативы*	—	—	—	—	—	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,1	1,1

* Штативы с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом головки до 200 мм (Ш-11Н; ШМ-11Н).

** Стойки с пределами измерения 0-160 мм и 0-100 мм и диаметром колонки не менее 50 мм и не менее 30 мм соответственно (С-II; С-III).

Таблица 1.9

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения						Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня в мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Класс применяемых концевых мер	Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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	св. 180 до 250
						1-30	30-120	120-250										
11	Индикаторы многооборотные (2МИГ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения 2 мм	а	2	Штативы*	4	5	5	2	5	5	5	6	6	7	8	10	10	12
		б	1	Штативы*	3	5	2	2	5	5	5	5	5	5	5	6	7	8
		в	0,4	Стойки**	2	5	1	0,5	3	3	3	4	4	4	4	4	4	
	То же, при измерении биений	г	2	Штативы*	—	—	—	—	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		д	1	Штативы*	—	—	—	—	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		е	0,05	Стойки**	—	—	—	—	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—
12	Индикаторы многооборотные (1МИГ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения 1 мм	а	1	Штативы*	2	5	1	0,5	3	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	4
		б	0,2	Стойки**		5	1	0,5	2	2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	
	То же, при измерении биений	в	1	Штативы*	—	—	—	—	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		г	0,05	Стойки**	—	—	—	—	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—

* Штативы с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом головки до 200 мм (Ш-11Н; ШМ-11Н).

** Стойки с пределами измерения 0-160 мм и 0-100 мм и диаметром колонки не менее 50 мм и не менее 30 мм соответственно (С-II; С-III).

Продолжение таблицы 1.10

[illegible]

Продолжение таблицы 1.10

[illegible]

Окончание таблицы 1.10

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемые перемещения измерительного стержня, мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 60	св. 60 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 160	
					Класс	Разряд	1-30	30-120	120-180										
19	Головки измерительные пружинные (микрокаторы) (01ИГП) с ценой деления 0,0001 мм и пределом измерений ±0,004 мм	а	±0,004	С-I**	—	2	0,5	0,1	0,1	0,30	0,30	0,30	0,35	0,35	0,35	0,40	0,50	0,50	
		б	0,003	С-I**	—	2	0,5	0,1	0,1	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35	0,35	0,40	0,45	0,50	
	То же, при измерении биения	в	±0,004	С-I**	—	—	—	—	—	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
		г	0,003	С-I**	—	—	—	—	—	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	

* С-II – стойки с пределом измерений 0–160 мм, вылетом головки 75 мм и диаметром колонки 50 мм.

** С-I – стойки с пределом измерений 0–160 мм, вылетом головки 75 мм и диаметром колонки 70 мм.

Таблица 1.11

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм								
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемые перемещения измерительного стержня, мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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
					Класс	Разряд	до 30	30–120	120–500									
20	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) (2ИПМ) с ценой деления 0,002 мм и пределом измерения ±0,1 мм	а б	±0,1 0,06	Штативы* Штативы*	3 2	– –	5 2	2 1	1 0,5	2,5 1,5	2,5 1,5	2,5 1,5	3,0 1,5	3,0 1,6	3,0 1,5	3,5 2	4,5 2	4,5 2
	То же, при измерении биения	в г	±0,1 0,06	Штативы* Штативы*	– –	– –	– –	– –	– –	2 1,5	2 1,5	2 1,5	2 1,5	2 1,5	2 1,5	2 1,5	2 1,5	2 1,5
21	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) (1ИПМ, 1ИПМУ) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения ±0,05 мм	а б	±0,05 0,03	Штативы* Штативы*	2 1	– –	2 2	1 0,5	0,5 0,2	1,2 0,7	1,2 0,7	1,2 0,7	1,5 0,8	1,5 0,9	1,5 0,8	2 1	2 1,2	2 1,2

Продолжение таблицы 1.11

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм								
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемые перемещения измерительного стержня, мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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
					Класс	Разряд	до 30	30–120	120–500									
21	То же, (с нормальным измерительным усилием – 1ИПМ) при измерении биений	в г д	±0,05 0,03 0,03	Штативы* Штативы* Стойки**	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	1,1 0,8 0,6	1,1 0,8 0,6	1,1 0,8 0,6	1,1 0,8 0,6	1,1 0,8 0,6	1,1 0,8 0,6	1,1 0,8 0,6	1,1 0,8 0,6	1,1 0,8 0,6
	То же, (с уменьшенным измерительным усилием – 1ИПМУ) при измерении биений	е ж	±0,05 0,03	Штативы* Штативы*	— —	— —	— —	— —	— —	1,1 0,8	1,1 0,8	1,1 0,8	1,1 0,8	1,1 0,8	1,1 0,8	1,1 0,8	1,1 0,8	1,1 0,8
22	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) с нормальным измерительным усилием (05ИПМ) с ценой деления 0,0005 мм и пределом измерения ±0,025 мм	а б	±0,025 0,015	Штативы* Стойки**	— —	3 3	2 2	0,5 0,5	0,2 0,2	0,7 0,4	0,7 0,4	0,7 0,5	0,8 0,6	0,9 0,7	0,8 0,6	0,9 0,7	1,1 0,8	1,0 0,7

Продолжение таблицы 1.11

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм								
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемые перемещения измерительного стержня, мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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
					Класс	Разряд	до 30	30–120	120–500									
22	То же, при измерении биения	в г д	±0,025 0,015 0,015	Штативы* Штативы* Стойки**	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	0,6 0,4 0,3	0,6 0,4 0,3	0,6 0,4 0,3	0,6 0,4 0,3	0,6 0,4 0,3	0,6 0,4 0,3	0,6 0,4 0,3	0,8 0,5 0,3	0,8 0,5 0,3
23	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) с уменьшенным измерительным усилием (05ИПМУ) с ценой деления 0,0005 мм и пределами измерения 0,025 мм	а	±0,025	Штативы*	—	3	2	0,5	0,2	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	1,0	0,9
	То же, при измерении биения	б в	±0,025 0,015	Штативы* Штативы*	— —	— —	— —	— —	— —	0,6 0,4	0,6 0,4	0,6 0,4	0,6 0,4	0,6 0,4	0,6 0,4	0,6 0,4	0,7 0,4	0,7 0,4

Продолжение таблицы 1.11

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм								
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемые перемещения измерительного стержня, мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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
					Класс	Разряд	до 30	30–120	120–500									
24	Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) (02ИПМ, 02ИПМУ) с ценой деления 0,0002 мм и пределом измерения 0,010 мм	а б	±0,01 0,006	Штативы* Штативы*	— —	2 2	1 1	0,5 0,5	0,2 0,2	0,45 0,30	0,45 0,30	0,50 0,35	0,50 0,40	0,60 0,50	0,60 0,45	0,70 0,60	1,0 0,80	0,9 0,70
	То же, при измерении биения	в	±0,01	Штативы*	—	—	—	—	—	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6
		г	0,006	Штативы*	—	—	—	—	—	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35
		д	0,006	Стойки**	—	—	—	—	—	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

* До 250 мм – штативы с диаметром колонки не менее 30 мм и наибольшим вылетом головки до 200 мм (Ш-11Н, ШМ-11Н).
Св. 250 мм до 500 мм – штативы с диаметром колонки не менее 50 мм и наибольшим вылетом головки до 500 мм (Ш-11В и ШМ-11В).
** Стойки с пределами измерения 0–160 мм и диаметром колонки не менее 50 мм и не менее 30 мм соответственно (С- II и С-III).

Таблица 1.12

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм								
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемые перемещения измерительного стержня, мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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 160
					Класс	Разряд												
25	Головки измерительные пружинно-оптические (оптикаторы) (1П) с ценой деления 0,001 мм и пределом измерения 0,25 мм	а	±0,100	С-1*	1	–	2	0,5	0,2	0,90	0,90	0,90	1,0	1,0	1,0	1,1	1,3	1,3
		б	0,100	С-1*	1	–	2	0,5	0,2	0,60	0,60	0,60	0,70	0,80	0,70	0,90	1,2	1,0
	То же, при измерении биений	в	±0,100	С-1*	–	–	–	–	–	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		г	0,100	С-1*	–	–	–	–	–	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
26	Головки измерительные пружинно-оптические (оптикаторы) (05П) с ценой деления 0,0005 мм и пределом измерения 0,1 мм	а	±0,050	С-1*	–	3	1	0,5	0,2	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,70	0,90	0,70
		б	0,050	С-1*	–	2	1	0,5	0,1	0,35	0,35	0,35	0,40	0,50	0,50	0,60	0,80	0,60

Продолжение таблицы 1.12

[illegible]

Окончание таблицы 1.12

Средства измерения		Вариант использования	Условия измерения							Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм									
№ для таблиц 4 и 8	Наименование и случаи применения		Используемые перемещения измерительного стержня, мм	Установочные узлы по ГОСТ 10197-70	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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 160	
					Класс	Разряд	1–30	30–120	120–500										
28	Головки измерительные пружинно-оптические (оптикаторы) (01П) с ценой деления 0,0001 мм и пределом измерения 0,024 мм	а	±0,010	С-1*	–	2	0,5	0,1	0,1	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,35	0,40	0,40	
		б	0,010	С-1*	–	2	0,5	0,1	0,1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	
	То же, при измерении биений	в	±0,010	С-1*	–	–	–	–	–	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
		г	0,010	С-1*	–	–	–	–	–	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
* С-1 – Стойки с пределом измерений 0–160 мм, вылетом головки 75 мм и диаметром колонки 70 мм.																			

Таблица 1.13

Средства измерения		Варианты использования	Условия измерения		Предельные погрешности измерения, мкм
№ для таблицы 8	Наименование и случаи применения		Используемая цена деления, мкм	Используемый предел измерения, мкм	
29	Головки измерительные рычажно-пружинные с ценой деления 0,001 (0,002) мм и пределом измерения 0,040 (0,080) мм при измерении биений. Положение головки горизонтальное, шкалой вверх	а	2	0,080	3
		б	2	0,040	2
		в	1	0,040	1
		г	1	0,020	0,5

Таблица 1.14

Средства измерения		Варианты использования	Условия измерения						Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм												
№ для таблицы 4	Наименования и случаи применения		Используемое перемещение измерительного стержня, мм	Применяемые концевые меры		Температурный режим, °С, для диапазона изме- ряемых размеров, мм			до 3	св. 3 до 6	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	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500
				Класс	Разряд	до 30	св. 30 до 80	св. 80 до 500													
30	Оптиметр вертикаль- ный, оптиметр горизон- тальный, машина изме- рительная (ИЗМ) с це- ной деления 0,001 мм и пределом измерения по шкале 0,1 мм, при изме- рении методом сравне- ния с мерой	а	±0,1	0	—	1	0,5	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	2	2
		б	±0,06	—	2	1	0,5	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

Таблица 1.15

Средства измерения		Температурный режим, °C	Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм								
№ для таб- лицы 4	Наименование		до 3	св. 3 до 6	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 150
31	Микроскопы инструмен- тальные (большая и малая модель)	5	4	4	4	4	5	5	6	9	11
<i>Примечание:</i> пределы измерения микроскопов инструментальных: малой модели до 75×25 мм; большой модели до 150×50 мм.											

Таблица 1.16

Средства измерения		Варианты использования	Условия измерения				Предельные погрешности измерения, мкм, для диапазона размеров, мм													
№ для таблицы 4	Наименование		Форма детали	Метод измерения	Температурный режим, °С, для диапазона измеряемых размеров, мм		до 3	св. 3 до 6	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	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500	
					до 30	св. 30														
32	Микроскопы измерительные универсальные	а	Плоская	Проекционный	5	2	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,5	7,0	9,0	12	16	20	25	
		б	Цилиндрическая (в центрах)	Проекционный	5	2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	7,0	8,0	—	—	—	—	—	
		в		Метод осевого сечения	5	2	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	5,0	—	—	—	—	—	
Примечание: Пределы измерения универсальных измерительных микроскопов 200×100 и 500×200.																				

