Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный
университет путей сообщения»

Кафедра «Детали машин»

Т.В. Белоус С.Г. Бочкарева

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Задания на контрольную работу
Методическое указание к выполнению контрольной работы
для студентов заочной формы обучения специальности ОПУ

Хабаровск
Издательство ДВГУПС
2011

УДК 006.9(075.8)
ББК Ж10+Ж.ц
Б 438

Рецензент:

Кафедра «Детали машин»

Дальневосточного государственного университета путей сообщения

ст. преподаватель Ф.Г. Коновалова

Белоус, Т.В.

Б438 Метрология, стандартизация и сертификация: зад-ние на контр. раб. Метод. указ./ Т.В. Белоус, С.Г. Бочкарева. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2011. – 36 с. : ил.

Методическое указание соответствует Государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования специальности 190701.65 «Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)».

Приведены темы для изучения дисциплины Метрология, стандартизация и сертификация. Даны рекомендации по выбору варианта и оформлению контрольной работы. Приведен краткий рекомендуемый алгоритм выполнения заданий контрольной работы, рекомендуемая литература.

Предназначено для студентов заочной формы обучения, изучающих дисциплину «Метрология, стандартизация и сертификация».

УДК 006.9(075.8)
ББК Ж10+Ж.ц

© ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС), 2011

Введение

Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в получении студентами основных научно-практических знаний в области метрологии, стандартизации и сертификации, необходимых для обеспечения единства измерений и контроля качества продукции (услуг), метрологического и нормативного обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации продукции, планирования и выполнения работ по стандартизации и сертификации продукции и процессов, проведения метрологической и нормативной экспертиз.

В результате изучения дисциплины студент должен **знать:**

- законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по стандартизации, сертификации, метрологии и управлению качеством;
- систему государственного надзора и контроля, межведомственного и ведомственного контроля за качеством продукции, стандартами, техническими регламентами и единством измерений;
- основные закономерности измерений, влияние качества измерений на качество конечных результатов метрологической деятельности, методы и средства обеспечения единства измерений;
- организацию и технологию стандартизации и подтверждения соответствия продукции, правила проведения контроля, испытаний и приёмки продукции;
- организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений, методики выполнения измерений;
- порядок разработки, утверждения и принятия технических регламентов, национальных стандартов, стандартов организаций, технических условий и другой нормативно-технической документации;
-процедуры проведения сертификации продукции, услуг и систем качества.

Уметь применять:

- контрольно-измерительную технику для контроля качества продукции и метрологического обеспечения производства и технологических процессов;
- компьютерные технологии для планирования и проведения работ по стандартизации, сертификации и метрологии;
- методы унификации, симплификации и расчёта параметрических рядов при разработке стандартов и другой нормативно-технической документации;

- методы и средства поверки (калибровки) и юстировки средств измерения, правила проведения метрологической и нормативной экспертизы документации;
- процедуры по подготовке продукции и систем качества к сертификации;
- необходимые алгоритмы и процедуры сертификации продукции, услуг и систем качества;
- методы расчёта экономической эффективности работ по стандартизации, сертификации и метрологии.

1 Разделы дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»

1.1 Метрология

1.1.1 Теоретические основы метрологии

Определение метрологии как науки. Основные разделы метрологии. Роль метрологии в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции, в укреплении международных, региональных и национальных связей и её значение в развитии науки, техники.

Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойства, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира. Единица физической величины. Истинное и действительное значение измеряемой величины.

1.1.2 Физические величины и их эталоны

Принципы разделения величин на основные и производные. Система единиц SI: основные единицы и их определение. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Эталоны и стандартные образцы. Понятие размера единиц. Понятие об измерении. Виды измерений. Средства измерений. Основные понятия, связанные со средствами измерений. Метрологические характеристики средств измерения.

1.1.3 Погрешности измерений, обработка результатов, выбор средств измерений

Закономерности формирования результата измерения. Основные характеристики, определяющие качество измерений. Понятие погрешности измерения, источники погрешностей. Классификация погрешно-

стей измерения: абсолютная и относительная; инструментальные, методические и субъективные; систематические, случайные и грубые.

Определение составляющих погрешности и способы их объединения в суммарную погрешность измерения. Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей измерения. Показатели точности измерений и формы представления результатов измерений.

Понятие однократного и многократного измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений.

1.1.4 Основы обеспечения единства измерений

Понятие метрологического обеспечения. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения. Объект, предмет, цель и методология метрологического обеспечения. Требования и условия оптимизации решения основных проблем метрологического обеспечения. Структура и методы синтеза и анализа системы метрологического обеспечения. Методы и алгоритмы выбора и оценки правильности выбора средств измерений. Метрологическая экспертиза конструкторско-технологической документации.

Основные понятия, используемые в Законе РФ "Об обеспечении единства измерений". Метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений. Задачи, сфера деятельности и правовые основы государственного контроля и надзора.

Структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющиеся юридическими лицами. Нормативные документы по метрологии и метрологическому обеспечению.

Аспекты системного подхода к обеспечению единства измерений при поверке и калибровке средств измерений. Организация и методы поверки средств измерений. Поверочные схемы, их структура и характеристики. Методы расчёта межповерочных интервалов.

1.2 С*тандартизация и техническое регулирование*

1.2.1 Роль стандартизации в современном обществе

Основные задачи стандартизации. История развития стандартизации и пути её развития в России. Основные направления формирования стандартизации как научного направления. Стандартизация в условиях развитых рыночных отношений и её экономические, социальные и коммуникативные функции. Роль стандартизации в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции, станов-

лении научно-технического и экономического сотрудничества и развития торговых связей.

Стандартизация требований по безопасности транспорта и механизмов для погрузо-разгрузочных работ; конструктивные, технологические и организационные методы формирования качества продукции и услуг; место метрологии и стандартизации в организации транспортного процесса; сертификации продукции и услуг; системы сертификации на транспорте; сертификация услуг по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава; сертификация грузовых и пассажирских перевозок

1.2.2 Цели, принципы и методы стандартизации

Цели стандартизации. Методы стандартизации: симплификация, типизация, агрегатирование, моделирование и др. Определение показателей уровня применяемости, повторяемости объектов стандартизации. Определение оптимального уровня унификации и стандартизации.

Национальный орган РФ по стандартизации и его задачи. Технические комитеты по стандартизации. Службы стандартизации субъектов хозяйственной собственности.

Объекты стандартизации. Категории и виды стандартов. Классификация и обозначение стандартов. Межотраслевые системы стандартизации, их роль в повышении эффективности производства, обеспечении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции. Характеристика, содержание и построение основных видов стандартов. Порядок разработки, согласования и утверждения проектов национальных стандартов. Стандарты организаций. Разработка, согласование, утверждение. Технические условия. Разработка, согласование и утверждение технических условий.

Системы государственных и межгосударственных стандартов межотраслевого применения: единая система конструкторской документации (ЕСКД), единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП), государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ), система показателей качества продукции (СПКП), единая система допусков и посадок (ЕСДП) и др.

Правовые основы стандартизации. Основные положения ФЗ РФ "О техническом регулировании".

1.2.3 Основные положения технического регулирования

Законодательная база технического регулирования. Принципы технического регулирования. Технические регламенты. Цели приня-

тия, содержание и применение. Порядок разработки, экспертизы проектов и принятие технических регламентов.

Органы государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов. Объекты государственного контроля (надзора). Принудительный отзыв продукции. Знак обращения на рынке.

1.2.4 Международная и межгосударственная стандартизация

Международная организация по стандартизации (ИСО) и Международная электротехническая комиссия (МЭК), состав, структура и методология деятельности. Статус международных стандартов, порядок и формы их применения.

Деятельность Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН) в области стандартизации. Региональная система стандартизации стран Европейского экономического сообщества (ЕЭС). Технические директивы ЕЭС и евростандарты. Национальные системы стандартизации в промышленно-развитых странах. Концепция развития стандартизации с учётом требований Генерального соглашения по тарифам и торговле (ГАТТ) и Всемирной торговой организации (ВТО). Основополагающие документы, определяющие деятельность в области стандартизации, метрологии и сертификации стран – участниц межгосударственной стандартизации. Основные направления работ в области межгосударственной стандартизации. Межгосударственные стандарты, их правовой статус.

1.3 Сертификация

1.3.1 Цели, принципы и объекты подтверждения соответствия

Формы подтверждения соответствия. Обязательное и добровольное подтверждение соответствия. Добровольная сертификация. Знаки соответствия.

Законы РФ "О защите прав потребителей", "О техническом регулировании". Стандарты качества как основа сертификации. Стандарты серии ИСО 9000 (Система управлением качеством). Нормативные документы, регламентирующие деятельность органов по сертификации и испытательных лабораторий. Стандарты серии ГОСТ Р 51000 (Система аккредитации в Российской Федерации).

1.3.2 Проблемы оценки соответствия и пути их решения

Обязательная сертификация. Декларирование соответствия. Организация обязательной сертификации. Знаки обращения на рынке.

Права и обязанности заявителя в области обязательного подтверждения соответствия. Условия ввоза на территорию РФ продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия.

Номенклатура продукции и услуг, подлежащих обязательной сертификации.

1.3.3 Системы и схемы сертификации

Основные цели и задачи систем сертификации. Существующие системы сертификации и различия между ними. Типовая схема участников сертификации и их основные функции.

Схемы сертификации в РФ. Выбор схем сертификации. Модули оценки соответствия в странах ЕС. Структура процессов сертификации.

1.3.4 Сертификация продукции и услуг

Правила и порядок проведения. Нормативно-технические документы на сертификацию продукции.

Особенности сертификации услуг. Схемы сертификации услуг. Требования к содержанию сертификата соответствия на услуги.

Системы сертификации на транспорте. Сертификация услуг по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава. Сертификация грузовых и пассажирских перевозок.

Порядок подготовки и этапы проведения сертификации систем качества и производства. Нормативно-техническая документация на сертификацию систем качества и производства.

1.3.5 Аккредитация и взаимное признание сертификации

Сертификационные испытания, качество испытаний, методики и программы испытаний. Аттестация методик испытаний, метрологическое обеспечение испытаний.

Порядок аккредитации органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий. Структура систем аккредитации в России и Европе. Плановые и технологические вопросы международного признания (аккредитации) испытательных лабораторий. Этапы процесса аккредитации. Деятельность органов по аккредитации.

1.3.6 Международный опыт в области сертификации

Виды международных систем сертификации. Международные организации в области сертификации. Практика и основные направления развития сертификации за рубежом.

2 Выбор варианта и правила оформления контрольной работы

Вариант выбирается студентом по сумме двух последних цифр в шифре. Например: **КТ09-ОПУ-312**, следует выбирать **вариант 3.** При выполнении контрольной работы студент решает четыре задачи и письменно отвечает на три теоретических вопроса.

Контрольную работу выполняют на одной стороне белой нелинованной писчей бумаги формата А4 (210х297 мм) с рамкой. Расстояние от края страницы до линии рамки слева 20 мм, а справа, снизу и сверху – 5 мм. На первом текстовом листе выполняют основную надпись (штамп) по форме 2 ГОСТ 2.104-68 (рисунок 1), а на всех последующих – по форме 2а (рисунок 2).

Рамки, основные надписи и дополнительные графы к ним выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

Расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм, а от рамки до верхней или нижней строки текста – не менее 10 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 15-17 мм.

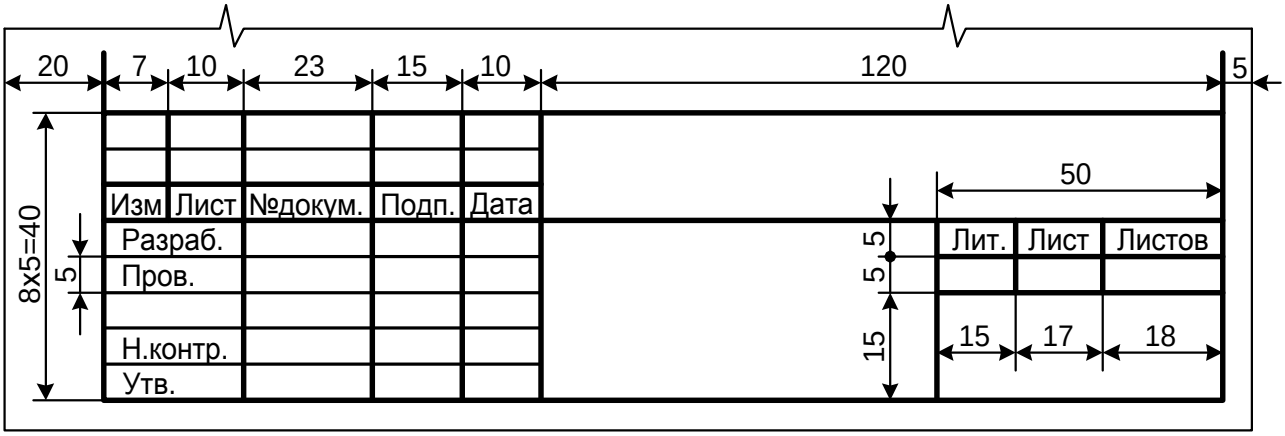


Рисунок 1 – Основная надпись первого текстового листа (форма 2 ГОСТ 2.104-68)

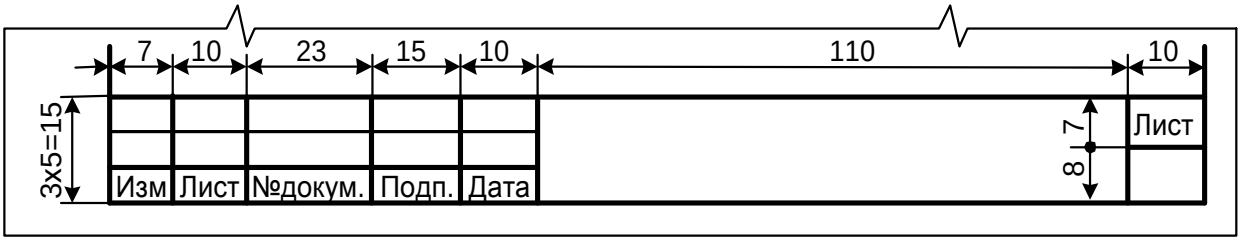


Рисунок 2 – Основная надпись для всех последующих листов (форма 2а ГОСТ 2.104-68)

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении Контрольной работы рукописным способом – 15 мм. Расстояние между

заголовками раздела и подраздела, а также между строками текста 8 - 10 мм.

Пример выполнения листа текстового документа приведен в приложении А.

Оформление контрольной работы выполняют одним из следующих способов:

- рукописным – чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм, черного цвета;

- при помощи ПК, шрифтом Arial или Times New Roman, размер 14 pt, интервал междустрочный – одинарный, поля: левое - 3 см; верхнее - 1,5 см, нижнее - 2,5 см и правое – 1,5 см. Красная строка – 0,75 см. Выравнивание по ширине листа, автоматическая расстановка переносов.

3 Алгоритм выполнения контрольной работы

3.1 Физические величины. Кратные и дольные единицы. Значащие цифры

3.1.1 Множество физических величин представляют собой некоторую систему, в которой отдельные величины связаны между собой системой уравнений.

Основная физическая величина — это физическая величина, входящая в систему единиц и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

Для каждой физической величины должна быть установлена единица измерения.

Единица физической величины — физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено значение, равное единице, и применяемая для количественного выражения однородных физических величин.

Кроме основных и производных физических величин различают кратные, дольные, когерентные, системные и внесистемные единицы.

Размерностью *называют символическое (буквенное) обозначение зависимости производных величин (или единиц) от основных.*

Степени символов основных величин, входящих в одночлен, могут быть целыми, дробными, положительными и отрицательными. Размерность величин обозначают знаком dim. В системе *LMT* размерность величин *X* будет:

$$\dim X = L^{l} M^{m} T^{t}$$

где *L, M, T* — символы величин, принятые за основные (соответственно, длины, массы, времени); *l*, *m, t* — целые или дробные, положительные или отрицательные вещественные числа, которые являются

показателями размерности; dim — сокращение от слова *dimension* — размерность.

Международная система единиц или сокращенно СИ, состоит из семи основных единиц измерений. В механике такими являются единицы длины, массы и времени, в электричестве добавляется единица силы электрического тока, в теплоте — единица термодинамической температуры, в оптике — единица силы света, в молекулярной физике, термодинамике и химии — единица количества вещества. Эти семь единиц соответственно: ***метр, килограмм, секунда, ампер, Кельвин, кандела и моль*** — и выбраны в качестве основных единиц СИ.

Таблица 1 - Основные единицы СИ

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			Русское	Международное
Длина	*L*	метр	м	m
Масса	*M*	килограмм	кг	kg
Время	*T*	секунда	с	s
Сила электрического тока	*I*	ампер	А	А
Термодинамическая температура	Θ	Кельвин	К	К
Сила света	J	кандела	кд	cd
Количество вещества	*N*	моль	моль	mol

Таблица 2 - Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их обозначение

Множитель	Приставка	Обозначение приставок		Множитель	Приставка	Обозначение приставок	
		Международное	Русское			Международное	Русское
10^{18}	экса	E	Э	10^{-1}	деци	d	д
10^{15}	пета	P	П	10^{-2}	санти	c	с
10^{12}	тера	T	Т	10^{-3}	милли	m	м
10^{9}	гига	G	Г	10^{-6}	микро	μ	мк
10^{6}	мега	M	М	10^{-9}	нано	n	н
10^{3}	кило	k	к	10^{-12}	пико	p	п
10^{2}	Гекто	h	г	10^{-15}	фемто	f	ф
10^{1}	дека	da	да	10^{-18}	атто	a	а

Пример: ускорение находится как $a = \frac{S}{t^2} = \frac{м}{c^2} = мс^{-2}$, где S- путь, t- время. В единицах СИ запись будет **dim a = LT^{-2}**.

3.1.2 Правила округления результатов и погрешностей измерений.

а) Результат измерения округляется до того же десятичного знака, которым оканчивается округленное значение абсолютной погрешности. Лишние цифры в целых числах заменяются нулями. Если десятичная дробь в числовом значении результата измерений оканчивается нулями, то нули отбрасываются до того разряда, который соответствует разряду числового значения погрешности.

Пример: Результат 4,0800 погрешность 0,001; результат округляют до 4,080.

б) Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов меньше 5, то остальные цифры числа не изменяются. Лишние цифры в целых числах заменяются нулями, а в десятичных дробях отбрасываются.

Пример: Число 174437 при сохранении четырех значащих цифр должно быть округлено до 174400, число 174,437 — до 174,4.

в) Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов больше или равна 5 но за ней следуют отличные от нуля цифры, то последнюю сохраняемую цифру увеличивают на единицу.

Пример: При сохранении трех значащих цифр число 12567 округляют до 12600, число 125,67 до 126.

г) Если отбрасываемая цифра равна 5, а следующие за ней цифры неизвестны или нули, то последнюю сохраняемую цифру не изменяют, если она четная, и увеличивают на единицу, если она нечетная.

Пример: Число 232,5 при сохранении двух значащих цифр округляют до 232, а число 233,5 до 234.

д) Погрешность результата измерения указывается *двумя* значащими цифрами, если первая из них равна 1 или 2, и *одной* — если первая цифра равна 3 или более.

е) Округление производят лишь в окончательном ответе, а все предварительные вычисления проводят с одним - двумя лишними знаками.

Если руководствоваться этими правилами округления, то количество значащих цифр в числовом значении результата измерений дает возможность ориентировочно судить о точности измерения. Это связано с тем, что предельная погрешность, обусловленная округлением, равна половине единицы последнего разряда числового значения результата измерения.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [4], [5], [6], [11], [15].

3.2 Способы исключения грубых погрешностей результатов измерений. Определение доверительных интервалов границ

3.2.1 Промахи и грубые погрешности – это погрешности, намного превышающие предполагаемые в данных условиях проведения измерений систематические и случайные погрешности. Промахи и грубые погрешности могут появляться из–за грубых ошибок в процессе проведения измерения, технической неисправности средства измерения, неожиданного изменения внешних условий.

Существует достаточно много критериев для выявления наличия грубых погрешностей в данной совокупности результатов измерений.

3.2.1.1 При числе измерений n > 20...50 достаточно надёжен *критерий "трёх сигм".* По этому критерию для результатов измерений, распределённых по нормальному закону, считается, что можно принимать промахом результат, если

$$\left| x_{cp} - x_i \right| > S_x ,$$

где S_x - оценка среднего квадратического отклонения результатов измерений;

$x_{ср}$ – среднеарифметическое значение измерений.

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - x_{cp})^2}{n-1}}$$

Величины $x_{ср}$ и S_x вычисляют без учёта экстремальных значений x_i.

Пример: Исключить грубые ошибки результатов наблюдений, полученных в результате прямых наблюдений: 13,2; 13,0; 13,5; 10,9; 12,5; 12,5; 13,9; 14,5; 13,0; 12,1; 11,1; 10,1; 13,9; 12,5; 12,9; 11,0; 10,5; 14,9; 14,1; 13,5; 13,4; 12,3.

1. Выстраиваем измерения в порядке возрастания: 10,1; 10,5; 10,9; 11,0; 11,1; 12,1; 12,3; 12,5; 12,5; 12,5; 12,9; 13,0; 13,0; 13,2; 13,4; 13,5; 13,5; 13,9; 13,9; 14,1; 14,5; 14,9.
2. Откидываем крайние значения: 10,1 и 14,9.
3. Находим $x_{ср}$:

$$x_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{254{,}3}{20} = 12{,}7$$

4. Найдем S_x:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - x_{cp})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{24{,}49}{20-1}} = 1{,}14 \approx 1{,}1$$

5. Используя критерий «трех сигм» определим промахи:

$$\left| x_{cp} - x_i \right| > S_x ,$$

12,7-1,1<x_i<12,7+1,1 значения не входящие в данный интервал является промахом. Следовательно: 10,1; 10,5; 10,9; 11,0; 11,1; 13,9; 13,9; 14,1; 14,5; 14,9 являются промахами, и их следует исключить.

3.2.1.2 При числе измерений *n* < 20 применяют критерий Романовского. При этом вычисляют отношение $|(x_{ср}—x_i)/S_x| = \beta$ и сравнивают с критерием β, выбранным по табл. 3.

Если $\beta \geq \beta_т$, то результат x_i считается промахом и отбрасывается.

3.2.1.3 Вариационный критерий Диксона применяют при числе измерений *n* > 4, и он считается достаточно удобным. При этом результаты наблюдений записывают $x_1, x_2, .. .x_n, (x_1 < x_2 < \ldots < x_n)$. Для проверки наибольшего показателя критерий Диксона вычисляется по формулам:

$$k_Д = \frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_1)}, \text{ (при n=3-7)}; \quad k_Д = \frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_2)}, \text{ (при n=8-10)}.$$

Для наименьшего показателя используют следующие формулы:

$$k_Д = \frac{(x_2 - x_1)}{(x_n - x_1)}, \text{ (при n=3-7)}; \quad k_Д = \frac{(x_2 - x_1)}{(x_{n-1} - x_1)}, \text{ (при n=8-10)}.$$

Критические области изменения $k_д > Z_q$ в зависимости от уровня значимости и числа измерений приведены в табл. 4.

Таблица 3 - Значения критерия Романовского β = f(n)

q	n = 4	n = 6	n = 8	n = 10	n=12	n =15	n =20
0,01	1,73	2,16	2,43	2,62	2,75	2,90	3,08
0,02	1,72	2,13	2,37	2,54	2,66	2,80	2,96
0,05	1,71	2,10	2,27	2,41	2,52	2,64	2,78
0,10	1,69	2,00	2,17	2,29	2,39	2,49	2,62

q - уровень значимости.

Таблица 4 - Значения критерия Диксона

n	Z_a при *q*, равном			
	0,10	0,05	0,02	0,01
4	0,68	0,76	0,85	0,89
6	0,48	0,56	0,64	0,70
8	0,40	0,47	0,54	0,59
10	0,35	0,41	0,48	0,53
14	0,29	0,35	0,41	0,45
16	0,28	0,33	0,39	0,43
18	0,26	0,31	0,37	0,41
20	0,206	0,30	0,36	0,39
30	0,22	0,26	0,31	0,34

Пример: При доверительной вероятности *P* = 0,90 пользуясь критерием Романовского и Диксона, исключить грубые ошибки в ряду результатов наблюдений: 45,0; 40,0; 46,5; 47,8; 45,5; 45,8.

1. Выстраиваем измерения в порядке возрастания: 40,0; 45,0; 45,5; 45,8; 46,0; 48,0.

2. Сначала воспользуемся критерием Романовского. Для расчета отбросим одно крайнее значение 40,0, т.к. оно отличается от других.

3. Находим $x_{ср}$:

$$x_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{230,3}{5} = 46,06$$

4. Найдем S_x:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - x_{ср})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{5,26}{5-1}} = 1,15 \approx 1,2$$

5. Найдем отношение $|(x_{ср} — x_i)/S_x| = \beta$ и сравним с критерием $\beta_т$. Если $\beta \geq \beta_т$, то результат x_i считается промахом и отбрасывается.

$|(46,1 - 40,0)/1,2| = 5,1 > 2,0$ -промах;

$|(46,1 - 45,0)/1,2| = 0,9 < 2,0$ - не является промахом;

…

$|(46,1 - 46,0)/1,2| = 0,1 < 2,0$ - не является промахом;

$|(46,1 - 48,0)/1,2| = 1,6 < 2,0$ - не является промахом.

6. Вычислим критерий Диксона для наибольшего значения по формуле:

$$k_Д = \frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_1)} = \frac{48-46}{48-40} = 0,25$$

данное измерение не является промахом, т.к. 0,25<0,48.

Проверим наименьшее значение, т.е. 40,0:

$$k_Д = \frac{(x_2 - x_1)}{(x_n - x_1)} = \frac{45-40}{48-40} = 0,63$$

данное измерение является промахом, т.к. 0,63>0,48.

Ответ: По критериям Романовского и Диксона промахом является результат 40,0.

3.2.2 Доверительные границы случайной погрешности результата измерений ε находят по формуле

$$\varepsilon = tS(x),$$

где *t* - коэффициент Стьюдента, который, в зависимости от доверительной вероятности *P* и числа наблюдений *n,* находят по табл. 3;

S(x) - оценка среднего квадратического отклонения результата измерений

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - x_{cp})^2}{n(n-1)}}$$

где x_i - i-й результат наблюдений;

x_{cp} - оценка математического ожидания результата измерений (среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений);

n - число наблюдений.

Таблица 5 - Значение коэффициента t для случайной величины, имеющей распределение Стьюдента с n-1 степенями свободы

n-1	P = 0,95	P = 0,99	*n-1*	*P* = 0,95	P = 0,99
3	3,182	5,841	16	2,120	2,921
4	2,776	4,604	18	2,101	2,878
5	2,571	4,032	20	2,086	2,845
6	2,447	3,707	22	2,074	2,819
7	2,365	3,499	24	2,064	2,797
8	2,306	3,355	26	2,056	2,779
9	2,262	3,250	28	2,048	2,763
10	2,228	3,169	30	2,043	2,750
12	2,179	3,055	∞	1,960	2,576
14	2,145	2,997			

Рекомендуемая литература:[1], [3], [5], [6], [11], [14].

3.3 Погрешность результата измерения. Погрешность средства измерения. Классы точности средств измерений

По форме *количественного выражения* (по способу выражения) погрешности измерений делят на: абсолютные, относительные и приведенные погрешности.

Погрешность результата измерения – отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины. Определяется как разность между результатом измерения и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины.

Абсолютная погрешность - погрешность результата измерения, которая выражается в единицах измеряемой физической величины и определяется по формуле: $\Delta x = x - x_д$,

где x – результат измерения; $x_д$ – действительное значение измеряемой физической величины.

Абсолютная погрешность не может, однако, сама по себе служить показателем точности измерений, так как одно и то же ее значение, например, Δx = 0,05 мм при x = 100 мм, соответствует достаточно вы-

сокой точности, а при x = 1 мм – низкой. Поэтому для характеристики точности результатов измерения вводится понятие относительной погрешности.

Относительная погрешность – погрешность результата измерения, определяется как отношение абсолютной погрешности измерения - Δx к действительному или измеренному значению измеряемой величины – $x_д$ и как правило, выражается в процентах:

$$d = \frac{\Delta x}{x_0} \times 100\% \approx \frac{\Delta x}{x} \times 100\%$$

Для *измерительного прибора* установлены следующие виды погрешностей по форме их количественного выражения: абсолютная, относительная и приведенная погрешности измерительного прибора.

Абсолютная погрешность измерительного прибора $\Delta X п$ – это разность между показанием прибора, и истинным (действительным) значением измеряемой величины, определяется по формуле:

$$\Delta X_п = X_п - X_д,$$

где $\Delta X_п$ – показание прибора; $X_д$ – действительное значение измеряемой величины.

Относительная погрешность измерительного прибора $\delta_п$ - это отношение абсолютной погрешности измерительного прибора к истинному (действительному) значению измеряемой величины, определяется по формуле и как правило, выражается в процентах:

$$d_П = \frac{\Delta x_П}{x_П} \times 100\%$$

Приведенная погрешность измерительного прибора γ - это отношение абсолютной погрешности измерительного прибора к нормирующему значению. *Нормирующее значение* X_N - это условно принятое значение, равное или верхнему пределу измерений, или диапазону измерений, или длине шкалы и т.д. Приведенную погрешность обычно выражают в % и определяют как:

$$g = \frac{\Delta x_П}{x_N} \times 100\%$$

Приведенная погрешность позволяет сравнивать по точности приборы, имеющие разные пределы точности. Основное отличие приведенной погрешности от относительной погрешности состоит в том, что ΔX относится не к переменной текущей величине X (измеряемая физическая величина), а к постоянной величине протяженности диапазона.

Таблица 6 - Формулы вычисления погрешностей и обозначение классов точности средств измерений

Форма выражения погрешности	Формулы для определения пределов допускаемой погрешности	Примеры пределов допускаемой основной погрешности	Обозначение класса точности	
			на средствах измерения	в нормативной документации
Абсолютная погрешность	Δ = ±a Δ = ±(a + bx)	Δ = ±0,2A	N III	Класс точности N или класс точности III
Относительная погрешность	$d = \pm\frac{\Delta}{x}100\% = \pm q$	δ = ±0,5%	0,5	Класс точности 0,5
	$d = \pm\left[c + d\left(\left\|\frac{x_0}{x}\right\| - 1\right)\right],\%$	$d = \pm\left[0{,}02 + 0{,}01\left(\left\|\frac{x_0}{x}\right\| - 1\right)\right],\%$	0,02/0,01	Класс точности 0,02/0,01
	$d(x) = \frac{x_{\min}}{x} + d_3 + \frac{x}{x_k}$	$d(x) = \left[\frac{0{,}02}{x} + \frac{0{,}5}{100} + \frac{x}{10^6}\right]\cdot 100\%$	C II	Класс точности или класс точности
Приведенная погрешность	$g = \pm\frac{\Delta}{x_N}\cdot 100\% = \pm A\cdot 10^n$	$X_N = X_k$ γ = ±1,5 %	1,5	Класс точности 1,5
		X_N – длина шкалы или ее части γ = ±0,5 %	0,5	Класс точности 0,5

Пример: Определить абсолютную, относительную и приведенную погрешности вольтметра с диапазоном измерений 0-200 В при показании его $X_п$=180 В и действительном значении измеряемого напряжения $X_д$=180,6 В. За нормирующее значение принят верхний предел измерения X_N=200 В.

Решение: Абсолютная погрешность $\Delta = X_п - X_д$=180В-180,6В=-0,6 В.

Относительная погрешность $\delta = (\Delta/X_д)\times 100\%$=(0,6 В/180,6В)×100%= =0,33%.

Приведенная погрешность $\gamma = (\Delta/X_N)\times 100\%$=(0,6 В/200В)×100%= =0,30%.

Ответ: Δ = -0,6 В, δ = 0,33 %, γ = 0,30 %.

Пример: Указатель отсчетного устройства вольтметра класса точности 0,5 показывает 134 В. Пределы измерения вольтметра 0-200 В.

Определите абсолютную погрешность вольтметра и запишите результат измерения.

Решение: Показание вольтметра $X_п$ = 134 В. Класс точности обозначен числом, согласно таблице 6, нормирована приведенная погрешность средства измерения γ=±0,5%. Приведенная погрешность $\gamma=(\Delta/X_N)\times100\%$. За нормирующее значение принят верхний предел измерения X_N = 200 В. Тогда находим абсолютную погрешность средства измерения $\Delta=(\gamma\times X_N)/100\%=(\pm0{,}5\%\times200)/100\%=\pm1$ В.

Абсолютная погрешность $\Delta=X_п-X_д$. Откуда действительное значение $X_д=X_п-\Delta=134В\pm1В=(134\pm1)В$.

Ответ: Действительное значение находится в диапазоне (134±1)В или 133 В≤$X_д$≤135 В.

Рекомендуемая литература: [1], [4], [5], [6], [11].

3.4 Единая система допусков и посадок (ЕСКД)

Задача: В заданном соединении определить вид посадки и систему, в которой назначена посадка.

1. Определить допуски размеров отверстия и вала.
2. Определить основное отклонение отверстия и вала.
3. Определить второе отклонение отверстия и вала.
4. Определить наибольший и наименьший размер отверстия и вала.
5. Изобразить схемы полей допусков отверстия и вала. На схемах указать величины предельных отклонений размеров, допуски, а также наибольший, наименьший и средний зазоры и натяги; для переходных посадок указать наибольший зазор и наибольший натяг. (См. приложение Б)
6. Поставить на чертеже соединений обозначение заданных посадок, а на чертежах деталей – обозначения заданных полей допусков. Размеры проставить тремя способами. (См. приложение Б)

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5].

4 Задания на контрольную работу по вариантам

Вариант 1

Задачи

1. Образец площадью *F* = 4 см^2 разрушился под воздействием силы P=2·10^4 Н. Определить разрушающее напряжение (σ) в единицах SI. Формула для расчёта: $s=\frac{P}{F}$.

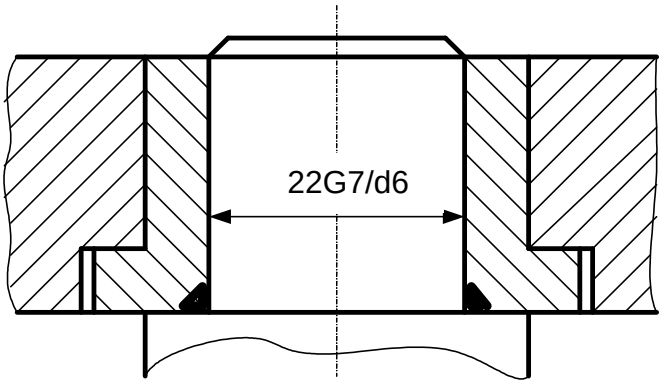
2. Определить доверительные границы случайной составляющей погрешности измерений (при доверительной вероятности *P* = 0,95) се-

рии прямых многократных наблюдений: 31,0; 31,0; 32,0; 31,5; 33,0; 32,0; 30,5; 31,0; 33,5; 31,0; 32,0; 31,5; 32,5; 31,0; 31,5.

3. В результате измерения первой физической величины с действительным значением *50,00* мм получен результат *50,25* мм. В результате измерения второй физической величины с действительным значением *100,00* мм получен результат *100,25* мм. Рассчитайте для каждого случая абсолютные и относительные значения погрешностей результатов измерения. Сравнивая относительные значения погрешностей, сделайте вывод о том, в каком случае измерения выполнены точнее.

4. Соединение:

$$22\frac{G7}{d6}$$



Вопросы

1. Структура Государственной метрологической службы.
2. *Мера* и её разновидности.
3. Маркировка сертифицируемой продукции.

<u>Вариант 2</u>

Задачи

1. Найти площадь прямоугольника с длинами сторон 62,26 см и 5,5 см и ограничить число значащих цифр.

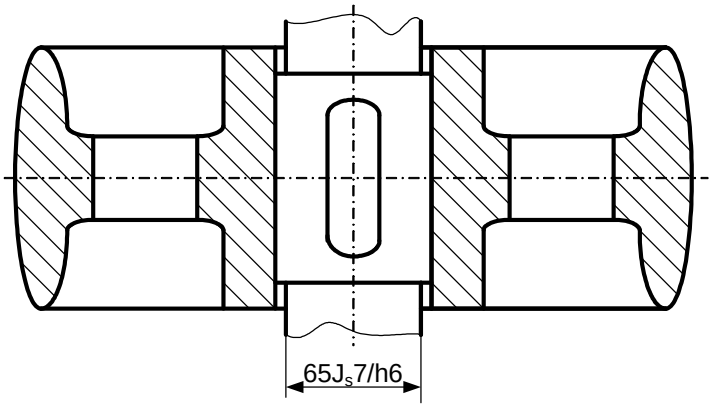
2. Исключить грубые ошибки результатов наблюдений, полученных в результате прямых наблюдений:

44,0; 45,0; 40,2; 44,3; 46,2; 44,4; 43,2; 40,0; 44,4; 42,9; 40,6; 44,5; 43,4; 43,0; 44,9; 44,0; 42,4; 44,6; 44,5; 44,0; 44,7; 43,6; 47,1.

3. Определить абсолютную, относительную и приведенную погрешности вольтметра с диапазоном измерений 0 – 150 В при показании его $X_п$ = 120 *В* и действительном значении измеряемого напряжения $X_д$ = 120,6 *В*. За нормирующее значение принят верхний предел измерения X_N = 150 *В*.

4. Соединение:

$$65\frac{J_s 7}{h6}$$



Вопросы

1. Классификация погрешностей.
2. Основные принципы технического регулирования.
3. Организация обязательной сертификации.

Вариант 3

Задачи

1. Выполнить указанные действия и округлить ответы до правильного числа значащих цифр:

а) (16,778-15,990)/118,9;

б)3,4·2,668/1012;

в) (4,43·1,254)+ 0,18

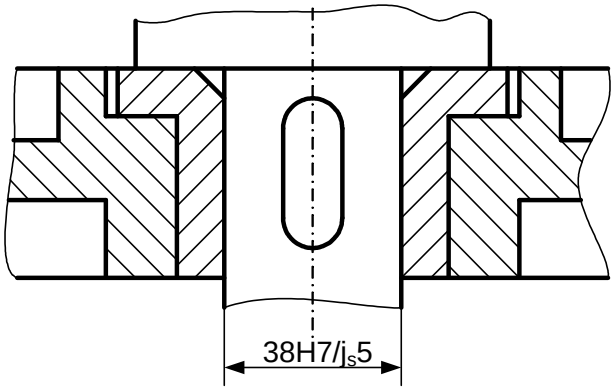
2. Определить доверительные границы случайной составляющей погрешности результата наблюдений (при доверительной вероятности P = 0,95) при прямых измерениях:

58,2; 58,4; 58,0; 58,0; 58,5; 56,8; 56,2; 56,0; 58,3; 59,4; 60,0; 56,7; 54,5; 57,5; 60,5; 57,4.

3. В результате измерения первой физической величины с действительным значением 60,00 мм получен результат 60,22 мм. В результате измерения второй физической величины с действительным значением 120,00 мм получен результат 120,22 мм. Рассчитайте для каждого случая абсолютные и относительные значения погрешностей результатов измерения. Сравнивая относительные значения погрешностей, сделайте вывод о том, в каком случае измерения выполнены точнее.

4. Соединение:

$38\frac{H7}{j_s5}$



Вопросы

1. Метрологическая служба государственных органов управления РФ и юридических лиц.
2. Определение понятия *метрология.* Классификация метрологии.
3. Основные цели принятия технических регламентов.

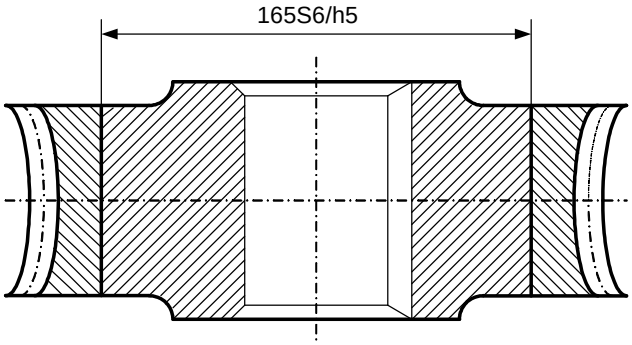
Вариант 4

Задачи

1. Указать число значащих цифр в каждой из следующих величин:
а) 21,25;
б) $3{,}35 \cdot 10^2$;
в) 0,00256;
г) 1500,4.
2. Пользуясь критерием Диксона (при уровне значимости q = 0,05), исключить промахи результатов наблюдений: 17,2; 17,3; 17,2; 17,4; 17,0; 17,2; 17,6; 16,8; 17,0; 17,5.
3. При измерении силы тока (одной физической величины) двумя амперметрами показания соответственно 70,2 А и 70,7 А. Действительное значение силы тока 70,0 А. Диапазоны измерения амперметров 0-120 А. Рассчитайте для каждого амперметра абсолютную, относительную и приведенную погрешности. Сравнивая значения относительных и приведенных погрешностей измерительных приборов, сделайте вывод об их точности.

4. Соединение:

$$165\frac{S6}{h5}$$



Вопросы

1. Государственный метрологический контроль за средствами измерений.
2. Шкала интервалов.
3. Порядок проведения сертификации продукции.

<u>Вариант 5</u>

Задачи

1. Найти площадь прямоугольника с длинами сторон 45,48 см и 7,5 см и ограничить число значащих цифр.

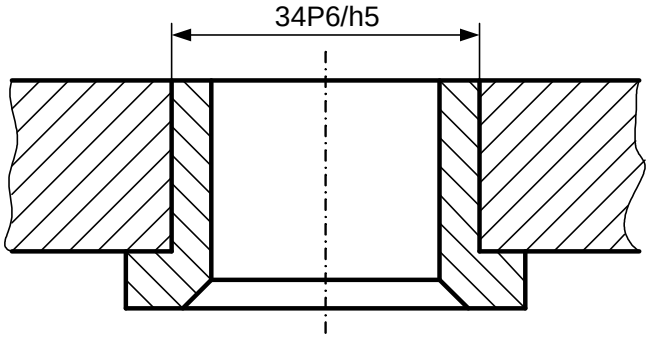
2. Пользуясь критерием "трёх сигм", исключить грубые ошибки из следующих результатов наблюдений: 12,5; 13,2; 12,6; 14,0; 11,8; 13,5; 12,5; 12,5; 13,8; 13,9; 12,6; 12,2; 12,1; 12,5; 12,5; 13,4.

Очистить выборку от промахов.

3. При измерении силы тока (одной физической величины) двумя амперметрами показания соответственно 74,2 А и 74,7 А. Действительное значение силы тока 74,0 А. Диапазоны измерения амперметров 0-130 А. Рассчитайте для каждого амперметра абсолютную, относительную и приведенную погрешности. Сравнивая значения относительных и приведенных погрешностей измерительных приборов, сделайте вывод об их точности.

4. Соединение:

$$34\frac{P6}{h5}$$



Вопросы

1. Грубые погрешности и методы их исключения.
2. Эталоны и стандартные образцы.
3. Международная сертификация.

Вариант 6

Задачи

1. Выразить указанные значения величин в единицах SI.
- плотность 13 г/см^3;
- скорость 20 км/ч;
- прочность 2000 кгс/см^2.

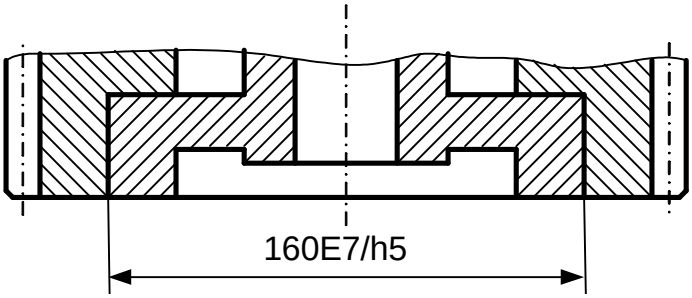
2. При доверительных вероятностях P = 0,90 и P = 0,95, пользуясь критерием Романовского, исключить грубые ошибки в ряду результатов наблюдений:

28,2; 28,4; 28,0; 28,5; 24,8; 25,2; 26,2; 28,3; 30,0; 26,8; 30,5; 28,4.

3. Указатель отсчетного устройства вольтметра класса точности 0,5 показывает 124 В. Пределы измерения вольтметра от 0–200 *В*. Нулевое значение шкалы находится на краю диапазона измерений. Определите абсолютную погрешность и запишите пределы измеряемого напряжения.

4. Соединение:

$$160\frac{E7}{h5}$$



Вопросы

1. Шкалы отношений и абсолютная.
2. Основы метрологического обеспечения.
3. Участники обязательной сертификации.

Вариант 7

Задачи

1. Масса цилиндра, стоящего на весах, - 580 г. В него засыпают песок с насыпной плотностью 1600 г/л до тех пор, пока масса цилиндра с порошком не достигнет 4,4 кг. Определить объём цилиндра в единицах SI.

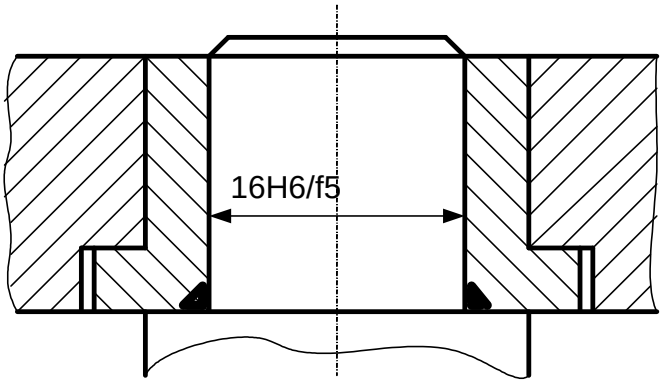
2. Дана последовательность результатов наблюдений: 12,5; 13,2; 13,0; 12,6; 11,8; 13,5; 12,5; 12,8; 12,6. Пользуясь критериями Романов-

ского и Диксона, исключить грубые ошибки при q = 0,05, после чего рассчитать в каждом случае коэффициент вариации.

3. Указатель отсчетного устройства вольтметра класса точности 1,5 показывает 124 В. Пределы измерения вольтметра от 0–200 В. Нулевое значение шкалы находится на краю диапазона измерений. Определите абсолютную погрешность и запишите пределы измеряемого напряжения.

4. Соединение:

$16\frac{H6}{f5}$



Вопросы

1. Методы измерений, их классификация.
2. Порядок разработки и утверждения национальных стандартов.
3. Организация добровольной сертификации.

<u>Вариант 8</u>

Задачи

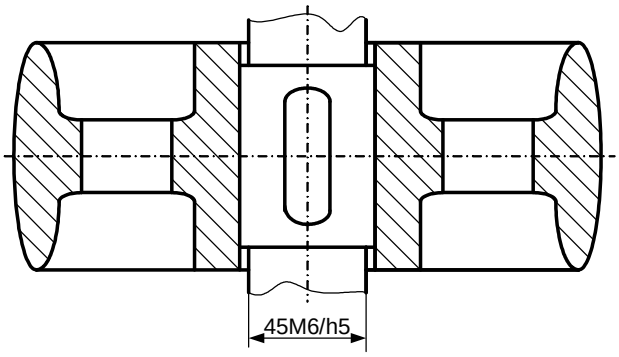
1. Выразить указанные ниже значения величин в соответствующих единицах системы SI:
- длина 12 миль;
- 10256800 л топлива;
- скорость движения 70 км/ч;
- плотность 1,6 г/см^3.

2. Дана последовательность результатов наблюдений: 43,2; 45,0; 45,2; 44,6; 44,8; 45,3; 45,8; 45,0; 45,6. Пользуясь критерием Романовского, исключить грубые ошибки при q = 0,01 и 0,05 и рассчитать в каждом случае коэффициент вариации.

3. Указатель отсчетного устройства вольтметра класса точности 0,5 показывает 124 В. Пределы измерения вольтметра от 60–200 *В.* Нулевая отметка шкалы находится вне диапазона измерений. Определите абсолютную погрешность и запишите пределы измеряемого напряжения.

4. Соединение:

$45\frac{M6}{h5}$



Вопросы

1. Государственный метрологический контроль и надзор.
2. Международные организации по стандартизации (ИСО, МЭК).
3. Унификация.

<u>Вариант 9</u>

Задачи

1. Перевести указанные ниже температуры в градусы требуемой шкалы:

а) 67 °F - в °С;
б) -10°F- в °С ;
в) 355 °С - в °К;
г)110°К-в °С;
д)120°F – в °К;

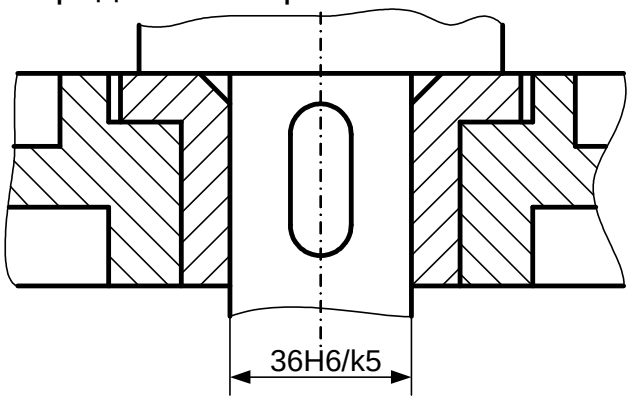
2. Пользуясь критериями Романовского и Диксона, исключить грубые ошибки при q = 0,05, после чего рассчитать в каждом случае коэффициент вариации.

58,2; 58,4; 58,0; 58,0; 58,5; 56,8; 56,2; 58,2; 58,4; 57,0.

3. У амперметра класса точности 1,5 нулевое значение шкалы находится внутри диапазона измерений (-10А…0…+20А). Указатель отсчетного устройства (стрелка) показывает 4 *А*. Определите абсолютную погрешность и запишите пределы измеряемой силы тока.

4. Соединение:

$36\frac{H6}{k5}$



Вопросы

1. Погрешность измерений. Основные понятия. Классификация.
2. Размерность и размер единиц физических величин.
3. Методы стандартизации.

Вариант 10

Задачи

1. Найдите скорость движения, если известно что расстояние равно 100 м, а время - 9,6 с и представить результат в следующих единицах величины: миль/ч, км/ч, см/ч?

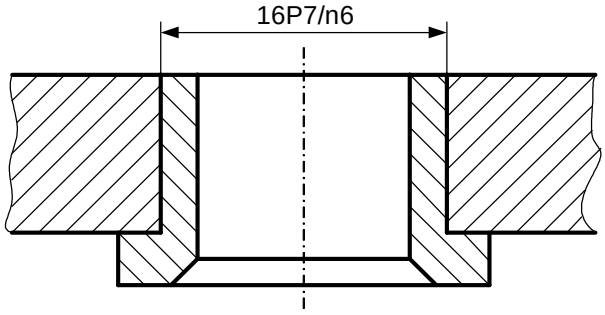
2. Дана последовательность результатов наблюдений. Оценить наличие грубых погрешностей, вычислить размах и коэффициент вариации:

72,0; 75,0; 70,0; 72,3; 72,2; 72,4; 78,6; 70,0; 72,2; 71,9; 70,6; 70,0; 71,1; 73,1; 70,0; 73,9.

3. У вольтметра класса точности 2,5 нулевое значение шкалы находится внутри диапазона измерений (-30В…0…+20В). Указатель отсчетного устройства (стрелка) показывает 14 *В*. Определите абсолютную погрешность вольтметра и запишите пределы измеряемого напряжения.

4. Соединение:

$$16\frac{P7}{n6}$$



Вопросы

1. Шкала порядка.
2. Определение понятия *метрология.*
3. Кодирование информации о товаре.

Вариант 11

1. Электрическое напряжение определяется по уравнению U=P/I, где P=ma*l*/t, m – масса, a – ускорение, *l* – длина, t – время, I – сила электрического тока. Укажите размерность электрического напряжения.

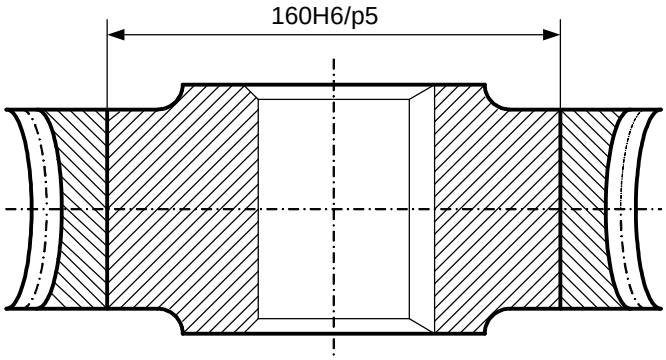
2. Дана последовательность результатов наблюдений. Оценить наличие грубых погрешностей, вычислить размах и коэффициент вариации:

15,6; 15,0; 15,3; 14,0; 14,6; 14,7; 16,9; 16,1; 15,5; 15,3; 14,9; 15,0; 15,3; 15,6.

3. Цифровой частотомер класса точности 2,0 с номинальной частотой 50 Гц, показывает 47 Гц. Определите абсолютную погрешность и запишите пределы измеряемой частоты.

4. Соединение:

$$160\frac{H6}{p5}$$



Вопросы

1. Абсолютные и относительные измерения.
2. Декларирование соответствия.
3. Объекты и участники проверки при сертификации систем качества.

<u>Вариант 12</u>

1. Выпишите и переведите приставки для образования дольных и кратных единиц системы СИ:

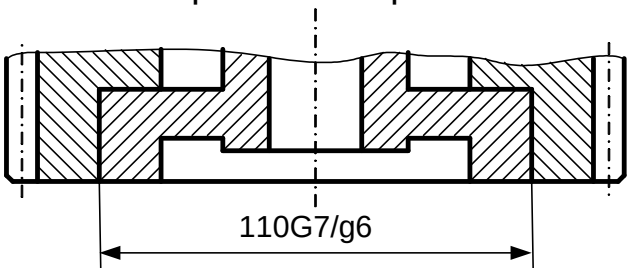
100 дм; 0,5 км; 100 мм; 15 нм; 60 пм;

2. При измерении усилия динамометр показывает 1000 Н, погрешность градуировки равна -50 Н. Среднее квадратическое отклонение показаний $s_F = 10H$. Определите доверительные границы для истинного значения измеряемого усилия с вероятностью P = 0,9544 (t_p = 2).

3. Указатель отсчетного устройства (стрелка) мегаомметра класса точности 2,5 (заключенный в кружочек) – с неравномерной шкалой показывает 40 МОм. Определите абсолютную погрешность средства измерений и запишите чему равно измеряемое сопротивление.

4. Соединение:

$$110\frac{G7}{g6}$$



Вопросы

1. Российская система калибровки. Цели и задачи.
2. Производные единицы системы SI. Принципы образования. Классификация.
3. Международные стандарты ИСО-9000 по управлению качеством продукции.

Вариант 13

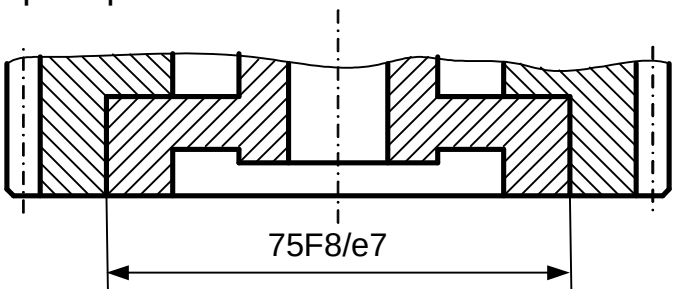
1. Энергия определяется по уравнению $E = mc^2$, где m - масса, c - скорость света. Укажите размерность энергии E.

2. При определении силы инерции по зависимости $\boldsymbol{F = m \times a}$ получены по два показания: весов – 100 и 98 *кг*; акселерометра – 2,1 и 1,9 м/с^2. Определите значение измеряемой силы.

3. Средство измерения – милливольтметр термоэлектрический с существенно неравномерной шкалой класса точности 1,5 с пределами измерения от 200 °С до 600 °С., показывает 300 °С. Укажите предел допускаемой погрешности прибора.

4. Соединение:

$$75\frac{F8}{e7}$$



Вопросы

1. Классификация погрешностей по характеру их проявления.
2. Единицы физических величин, не входящие в систему SI.
3. Сертификация и технические барьеры в торговле.

Вариант 14

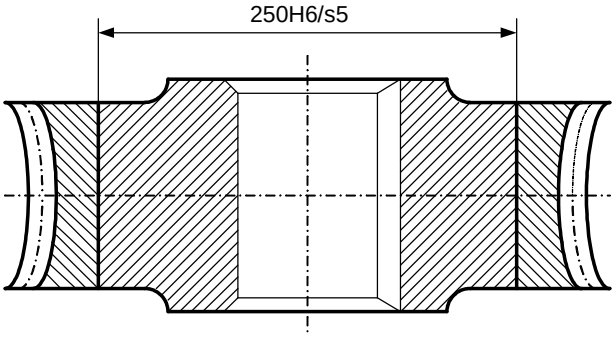
1. Работа определяется по уравнению $A=Fl$, где $F=ma$, m – масса, a – ускорение, l – длина перемещения. Укажите размерность работы A.

2. Вольтметр показывает 230 *В*. Среднее квадратическое отклонение показаний σ_U = 2 *В*. Погрешность от подключения вольтметра в цепь (изменение напряжения) равна – 1 *В*. Определите истинное значение напряжения с вероятностью P=0,9544 (t_P=2).

3. Указатель отсчетного устройства ампервольтметра класса точности 0,02/0,01 с равномерной шкалой (–50…0…+50) показывает – 25А. Определите абсолютную погрешность и запишите пределы измеряемой силы тока.

4. Соединение:

$250\frac{H6}{s5}$



Вопросы

1. Калибровка средств измерений.
2. Погрешности, связанные со средствами измерений.
3. Сертификация в зарубежных странах.

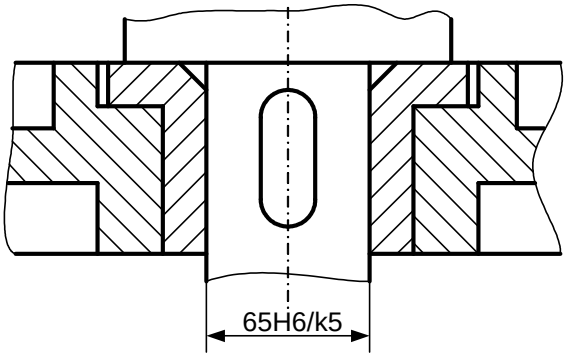
<u>Вариант 15</u>

1. Мощность определяется по уравнению *P=Fl/t*, где действующая сила *F=ma*, *m* – масса, *a* – ускорение, *l* – длина плеча приложения силы, *t* – время приложения силы. Укажите размерность мощности *P*.

2. При многократном измерении постоянного напряжения *U* получены значения в *В*: 14,2; 13,9; 13,8; 14,0;14,3; 14,8; 13,9; 14,1; 14,5; 14,3. Определите доверительные границы истинного значения напряжения с вероятностью P=0,99 (t_p=3,499).

3. Указатель отсчетного устройства средства измерения класса точности 0,5 показывает 120 *В*. Пределы измерения вольтметра от 0 до 180 *В.* Нулевая отметка шкалы находится в начале диапазона измерений. Определите абсолютную погрешность и запишите пределы измеряемого напряжения.

4. Соединение: $65\frac{H6}{k5}$



Вопросы

1. Международные организации по метрологии.
2. Прямые и косвенные измерения.
3. Знаки соответствия.

Вариант 16

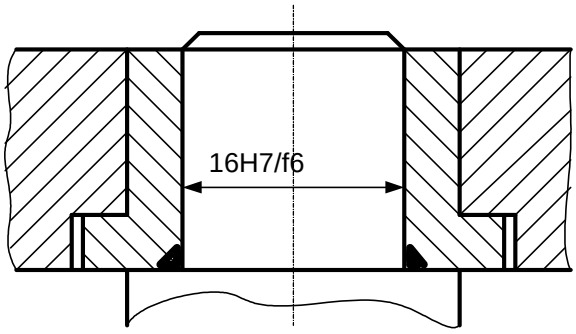
1. Энергия определяется по уравнению $E=mc^2$, где m - масса, c – скорость света. Запишите размерность энергии E.

2. При многократном измерении температуры T в производственном помещении получены значения в градусах Цельсия: 20,4; 20,2; 20,0; 20,5; 19,7; 20,3; 20,4; 20,1. Определите доверительные границы истинного значения температуры в помещении с вероятностью P=0,95 (t_P=2,365).

3. Указатель отсчетного устройства средства измерения класса точности 1,0 показывает 130 *В*. Пределы измерения вольтметра от 40 до 190 *В*. Нулевая отметка шкалы находится в начале диапазона измерений. Определите абсолютную погрешность и запишите пределы измеряемого напряжения.

4. Соединение:

$$16\frac{H7}{f6}$$



Вопросы

1. Метрологические характеристики средств измерений.
2. Поверка средств измерений. Структура поверочных схем.
3. Взаимозаменяемость.

Вариант 17

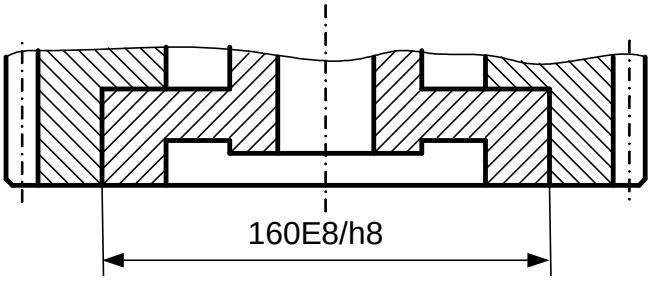
1. Электрическое напряжение определяется по уравнению $U=P/I$, где $P=mal/t$, m – масса, a – ускорение, l – длина, t – время, I – сила электрического тока. Укажите размерность электрического напряжения.

2. При многократном измерении силы F получены значения в Н: 263; 268; 273; 265; 267; 261; 266; 264; 267. Определите доверительные границы истинного значения силы с вероятностью P=0,90 (t_p=1,86).

3. Показание двух средств измерений 22,5 мм и 22,8 мм соответственно. Диапазоны измерений шкалы средств измерений 10-300 мм. Шкала равномерная, нулевая отметка находится на краю рабочей части. Действительное значение измеряемой величины 22,0 мм. Определите приведенные погрешности средств измерений, сравните их и сделайте вывод о точности двух средств измерений.

4. Соединение:

$160\frac{E8}{h8}$



Вопросы

1. Международная стандартизация.
2. Типизация.
3. Технические комитеты ИСО.

Вариант 18

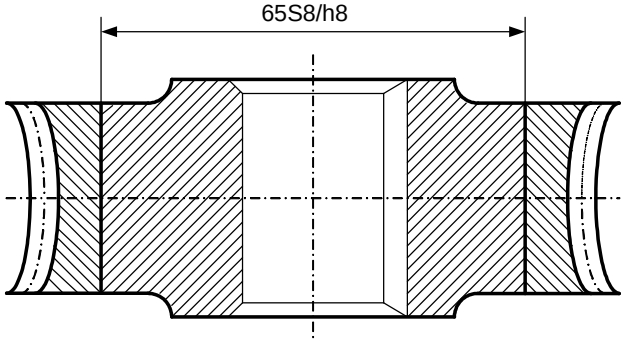
1. Мощность определяется по уравнению *P=Fl/t*, где действующая сила *F=ma*, *m* – масса, *a* – ускорение, *l* – длина плеча приложения силы, *t* – время приложения силы. Укажите размерность мощности *P*.

2. При многократном измерении постоянного напряжения *U* получены значения в *В*: 14,2; 13,8; 14,0; 14,8; 13,9; 14,1; 14,5; 14,3. Определите доверительные границы истинного значения напряжения с вероятностью P=0,99 (t_p=3,499).

3. Мультиметр при измерении электрической емкости класса точности **2/1** на диапазоне до 2 мкФ показывает 0,8 мкФ. Определить предел допускаемой относительной погрешности прибора.

4. Соединение:

$65\frac{S8}{h8}$



Вопросы

1. Средства измерений. Классификация.
2. Понятие качества измерений.
3. Аккредитация.

Библиографический список

Основной

1. *Димов Ю.В.* Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. для вузов. – СПб.: Питер, 2006. – 432 с.

2. *Коновалова Ф.Г.* Основные положения системы допусков и посадок: метод. пособие для выполнения курсовых и контрольных работ для студентов механических специальностей всех форм обучения. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008.-30 с.: ил.
3. *Крылова Г. Д.* Основы стандартизации, сертификации, метрологии. -М.:ЮНИТИ, 2002.- 479 с.
4. *Метрология, стандартизация и сертификация.* Термины и определения: Справочное пособие. - СПб.: ПГУПС, 2002. - 43 с.
5. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2004. – 767 с.
6. *Сергеев А. Г.* Метрология: Учеб. пособие для вузов. /*А. Г. Сергеев, В. В. Крохин* - М: Логос, 2001 (2000, 2003). - 408 с.
7. *Сергеев А. Г.* Стандартизация: Учеб. пособие. /*А. Г. Сергеев, В. В. Терегера* - М.: Логос, 2002.-239 с.
8. *Сергеев А. Г.* Сертификация: Учеб. пособие./*А. Г. Сергеев, М. В. Латышев* - М.: Логос, 2000. - 248 с.
9. *Сковородников В. А.* Лекции по законодательной метрологии. - М., 2001.
10. *Стандартизация и управление качеством продукции.* Под ред. В. А. Швандера. - М.: ЮНИТИ, 2001. - 487 с.
11. *Тартаковский Д. Ф., Ястребов А. С.* Метрология, стандартизация и технические средства измерений. /*Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов* - М.: Высш. шк., 2001. - 205 с.

Дополнительный

12. *Закон РФ "О техническом регулировании".*
13. *Закон РФ "Об обеспечении единства измерений".*
14. *ГОСТ 8.207-76.* Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений.
15. *РМГ 29-99* Метрология. Термины и определения.

Приложение А

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Кафедра «Детали машин»

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Контрольная работа
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

Руководитель разработки

(подпись) (И.О. Фамилия)

Разработчик

(подпись) (И.О. Фамилия)

(шифр)

(дата)

Приложение Б

Схема полей допусков посадки Ø 63 H8/t7.

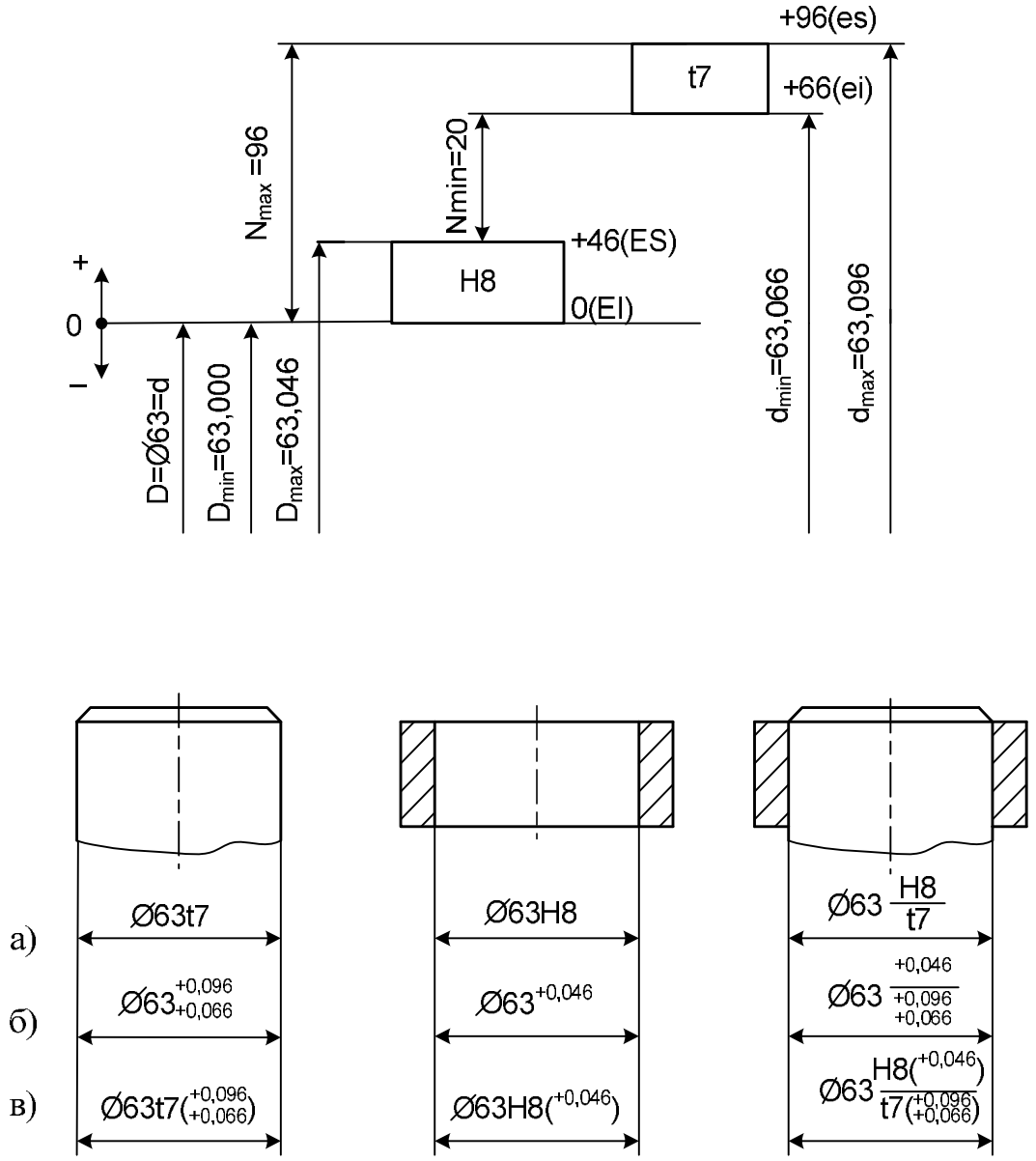


Рисунок - Схема полей допусков и эскизы деталей соединения 63 H8/t7.

Кр по «МС и С»	Кр .ИИФО.КТ00-ОПУ-000	лист

Оглавление

Введение…….. 3

1 Разделы дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»…….. 4

1.1 Метрология…… 4

1.2 Стандартизация и техническое регулирование…….. 5

1.3 Сертификация…….. 7

2 Выбор варианта и правила оформления контрольной работы……. 9

3 Алгоритм выполнения контрольной работы…… 10

3.1 Физические величины. Кратные и дольные единицы. Значащие цифры…….. 10

3.2 Способы исключения грубых погрешностей результатов измерений. Определение доверительных интервалов границ…….. 12

3.3 Погрешность результата измерения. Погрешность средства измерения. Классы точности средств измерений……. 16

3.4 Единая система допусков и посадок…….. 19

4 Задания на контрольную работу по вариантам…….. 19

Библиографический список…… 32

Приложение А…… 34

Приложение Б…….. 35