

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет транспортных коммуникаций
Кафедра «Мосты и тоннели»

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ**

для специальности 1 – 70 03 02
«Мосты, транспортные тоннели и метрополитены»

Автор: Ходяков В.А.

Минск
БНТУ
2021

Автор: В.А. Ходяков

Электронный учебно-методический комплекс содержит данные о назначении и содержании дисциплины «Метрология, стандартизация и управление качеством». В процессе изучения дисциплины студенты получают знания и умения необходимые для успешного освоения последующих специальных дисциплин, связанных с обследованием и испытанием транспортных сооружений. ЭУМК разработан для студентов специальности 1–70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены».

Требования к системе: IBM PC-совместимый ПК стандартной конфигурации, дисковод CD-ROM, программное обеспечение для работы с файлами PDF.

Открытие ЭУМК производится посредством открытия файла metrologiya_mit.pdf.

Белорусский национальный технический университет
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь
Тел. (017) 265 96 77
E-mail: mit_ftk@bntu.by
<http://www.bntu.by>
Регистрационный № БНТУ-ЭУМК-ФТК77-611

© БНТУ, 2021

© Ходяков Вячеслав Андреевич, 2021

Перечень материалов

Учебно-методический комплекс состоит из взаимосвязанных методических материалов. Теоретический раздел представляет собой конспект лекций с основными терминами, определениями, классификациями и прочими материалами. Практический раздел предназначен для закрепления теоретических материалов на практике. Раздел контроля знаний включает перечень вопросов для подготовки к зачёту. Вспомогательный раздел представлен рабочей программой по изучению дисциплины.

Пояснительная записка

Цели ЭУМК

Целью ЭУМК является изучение основ метрологии, стандартизации и управления качеством в строительстве, для подготовки инженера-строителя по специальности 1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены». Цель достигается путём ознакомления студентов с теоретическими знаниями и закрепления их на практике. Контроль знаний осуществляется путём промежуточной аттестации в форме зачёта.

Представленные материалы являются основой для решения практических задач, связанных с получением знаний по профильным дисциплинам.

Особенности структурирования и подачи учебного материала

ЭУМК включает четыре раздела. Порядок и время за которое предполагается изучение тем представлены в рабочей программе во вспомогательном разделе.

Изучение материала следует начинать с тем теоретического раздела. К темам теоретического раздела даны соответствующие указания к выполнению практических занятий. После изучения первой темы и закрепления её на практике следует приступить к изучению следующей. Промежуточный самоконтроль полученных знаний можно проводить путём ответа на вопросы из раздела контроля знаний.

Рекомендации по организации работы с ЭУМК

Текст, выделенный курсивом, носит информационный характер и не предназначен для конспектирования. Лекционный материал рекомендуется изучать с применением конспектирования для ускорения его освоения. Материал практических занятий следует изучать, в том числе, с практическим применением средств измерений следуя представленным указаниям.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕТ I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ	5
Глава 1. Метрология	5
Тема 1.1. Введение. Метрология – наука об измерениях.....	5
Тема 1.2. Физические величины, единицы и системы единиц физических величин	8
Тема 1.3. Виды и методы измерений.....	11
Тема 1.4. Основы теории погрешностей.....	15
Тема 1.5. Средства измерительной техники.....	19
Тема 1.6. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь	21
Тема 1.7. Эталоны	24
Глава 2. Стандартизация	26
Тема 2.1. Стандартизация как система упорядочения и нормирования объектов	26
Тема 2.2. Технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации и требования к ним	29
Тема 2.3. Оценка соответствия. Основные понятия	32
Глава 3. Управление качеством.....	36
Тема 3.1. Эволюция систем менеджмента.....	36
Тема 3.2. Оценка уровня качества продукции	38
РАЗДЕТ II. ПРАКТИЧЕСКИЙ.....	40
Практическая работа № 1. Приборы, применяемые в лабораторных испытаниях	40
Практическая работа № 2. Физическая величина как результат измерений	47
Практическая работа № 3 Оценка надежности и достоверности экспериментальных данных.....	50
Практическая работа № 4. SI. Перевод единиц на практике	57
Практическая работа № 5. Средства измерения длины и электрических величин.....	58
Практическая работа № 6. Виды и методы измерений на практике.....	63
Практическая работа № 7. Источники погрешностей измерений	67
Практическая работа № 8 Средства измерений и их точность. Стандартизация.....	70
РАЗДЕТ III. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ	72
Глава 1. Лекционные занятия. Метрология	72
Глава 2. Лекционные занятия. Стандартизация.....	74
Глава 3. Лекционные занятия. Управление качеством	75
Глава 4. Практические занятия.....	76
Раздет IV. Вспомогательный	77

РАЗДЕТ I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ

Глава 1. Метрология

Тема 1.1. Введение. Метрология – наука об измерениях

Метрология — наука об измерениях, об обеспечении их единства, о методах и средствах достижения требуемой точности. Метрология является теоретической основой любой измерительной техники.

Теоретическая или фундаментальная — рассматривает общие теоретические проблемы: разработка физических величин, их единиц, методов измерений.

Законодательная — устанавливает обязательные технические и юридические требования по применению единиц физической величины, методов и средств измерений. Технические нормативно-правовые акты.

Прикладная — вопросы практического применения положений теоретической и законодательной метрологии. Непосредственно измерения.

Связь метрологии, стандартизации и сертификации - инструмент для оценки качества продукции и работ.

Стандарты, устанавливают требования к качеству продукции и работ.

Подтверждением качества является **сертификат**, выданный на основании положительных результатов испытаний на соответствие стандартам.

Испытания проводятся с использованием **метрологических** измерений.

К основным проблемам метрологии относятся:

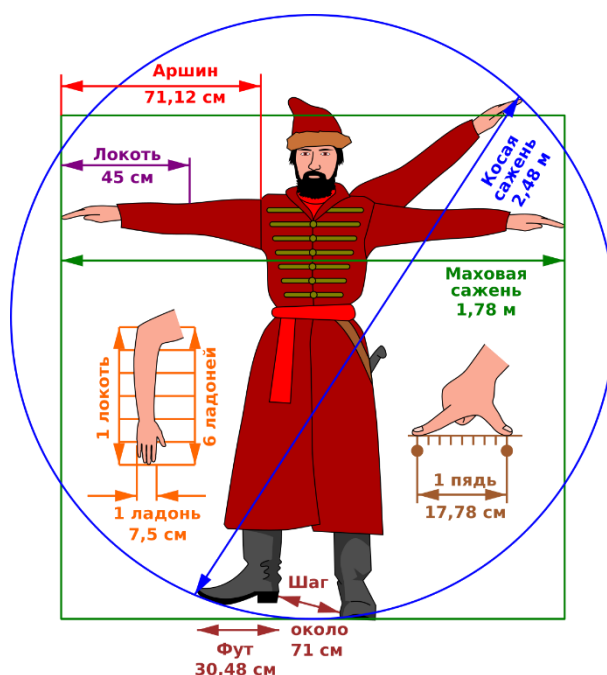
- 1) создание общей теории измерений;
- 2) образование физических единиц и систем единиц;
- 3) разработка методов и средств измерений, методов определения точности измерений.
- 4) создание эталонов величин и образцовых средств измерений, поверка мер и средств измерений;
- 5) разработка методов передачи размеров единиц от эталонов и образцовых средств измерения рабочим средствам измерений.

Метрологическое обеспечение строительства - совокупность применения технических средств, правил и норм, необходимых для

достижения единства и точности измерений при выполнении строительно-монтажных работ, производстве строительных материалов, изделий и конструкций.

Немного истории:

Наименования единиц и их размеров в давние времена давались чаще всего в соответствии с возможностью определения их без специальных устройств, т.е. ориентировались на те, что были "под руками и под ногами". В качестве единиц длины использовали пядь, локоть, аршин, сажень, шаг. Естественно, что граждане с разной длиной рук и ног могли легко дурить друг друга. Возник вопрос стандартизации.



Для поддержания единства установленных мер еще в древние времена применялись эталонные (образцовые) меры, которые хранились в Церквях, т.к. Церкви являлись наиболее надежными местами для хранения ценных предметов. В принятом в 1134-1135г. уставе говорилось, что переданные на хранение епископу меры надлежало "блюсти без пакости, ни умаливати, ни умноживати и на всякий год взвешивати".

В 1736 г. российский Сенат образовал комиссию мер и весов. Комиссии предписывалось разработать эталонные меры, определить отношения различных мер между собой, выработать проект Указа по организации поверочного дела.

+ 105 лет

В 1841 году в Петербурге образовано Депо образцовых мер и весов - первое государственное поверочное учреждение. *Основными задачами Депо являлись: хранение эталонов, составление таблиц русских и иностранных мер, изготовление менее точных по сравнению с эталонами образцовых мер и рассылка последних в регионы страны. Поверка мер и весов на местах была вменена в обязанность городским думам, управам и казенным палатам. Таким образом, в России были заложены основы единой государственной метрологической службы.*

+34 лет

В 1875 году во Франции 70-ю странами, в т.ч. Россией подписан международный договор Метрической конвенции. Учреждено Международное бюро мер и весов.

+14 лет

В 1889г. в Депо образцовых мер и весов поступили эталоны килограмма и метра.

+4 лет

В 1893 г. в Петербурге на базе Депо была образована Главная палата мер и весов, которую возглавил Д.И.Менделеев.

Была образована сеть поверочных палаток, осуществляющих поверку, клеймение и ремонт мер и весов, контроль за их правильным применением.

+75 лет

В 1918г. был принят декрет правительства Российской Федерации "О введении международной метрической системы мер и весов".

+8 лет

7 мая 1926 года первый общесоюзный стандарт добровольного применения ОСТ 1 «Пшеница. Селективные сорта зерна. Номенклатура» (прародитель ГОСТов)

+34 лет

1960 год — разработка и установление Международной системы единиц (СИ)

+32 лет

в 1992 г. образован Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь. Действующие ранее ГОСТы сохраняются, все вновь издаваемые стандарты получают аббревиатуру СТБ (Национальный стандарт Белоруссии). Новые ГОСТы так же принимаются, но уже на уровне Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации.

Тема 1.2. Физические величины, единицы и системы единиц физических величин

Целью любого измерения является определение **значения физической величины**

Физическая величина – это характеристика объектов или явлений материального мира, общая в качественном отношении, но индивидуальная в количественном отношении. Например, масса, длина, площадь, температура и т.д.

Значение физической величины – выражается в количестве принятых для нее единиц (10 кН, 15 мм²).

Размер физической величины (количественная характеристика) – количественная определенность физической величины (цифрам перед единицами измерения)

Размерность физической величины (качественная характеристика) – выражение, составленное из произведений символов основных физических величин в различных степенях.

Отражает связь данной физической величины с физическими величинами, принятыми в данной системе величин (единица измерения)

В зависимости от степени приближения к объективности различают **истинное, действительное и измеренное значения физической величины**.

Истинное значение физической величины – идеализированное теоретическое значение, которое мы никогда не сможем получить, можем только к нему приблизиться. *(его точность можно охарактеризовать бесконечным количеством знаков после запятой)*

Действительное значение физической величины - Значение, найденное экспериментальным путем, настолько приближенное к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него. *Значение как правило определяется как среднее по результатам серии измерений.*

Например, действительное значение ускорения свободного падения 9,81 м/с², или число π 3,14

Измеренное значение физической величины - это значение, полученное при измерении с применением конкретных методов и средств измерений.

Системы величин и принципы их построения

Единица физической величины – такая физическая величина, которой по соглашению присвоено числовое значение, равное единице.

В 1960 г. была принята **Международная система единиц (SI)**. Система наименования, построения и обозначения единиц измерения.

Для удобства единицы физических величин объединяются в системы. Например, $1 \text{ кН} / 1 \text{ м}^2 = 1 \text{ Па}$ (давление). **Системные единицы измерения.**

Единицы, не имеющие подобных зависимостей от других Ю называются **внесистемными единицами измерения**. Например, бар, атмосфера техническая, миллиметр ртутного столба (давление).

Системные единицы подразделяются на:

основные, выбираемые произвольно (метр, килограмм, секунда и др.),
производные, образуемые по уравнениям связи между величинами (метр в секунду, килограмм на кубический метр, ньютон, паскаль, и т. п.).

Основными единицами системы SI являются:

метр (м) – длина,

килограмм (кг) – масса,

секунда (с) – время,

ампер (А) – сила электрического тока,

кельвин (К) – термодинамическая температура,

кандела (кд) – сила света,

моль – количество вещества.

Эти единицы можно назвать «Аксеомой» метрологии, остальные единицы образуются на их основе и называются **производными единицами** системы SI (плотность, давление, сила и пр).

В РБ применение SI утверждено положением «**Положение о допуске единиц величин к применению в Республике Беларусь**» от 24.11.2020

Ранее, технический регламент

ТР 2007/003/ВУ «Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь»

Положением определены:

- единицы величин, которые допускаются к применению на территории Беларуси;

- наименования, обозначения, соотношения единиц величин;
- правила написания и применения единиц величин;
- кратные и дольные значения единиц величин.

Для удобства выражения величин, во много раз больших или меньших единиц физических величин, применяются **кратные единицы** (например, километр - 10^3 м) и **дольные единицы** (например, миллиметр - 10^{-3} м).

Таким образом можно считать, что секунда является системной единицей измерения времени, а час уже внесистемной.

Множители и приставки, используемые для образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц СИ

Десятич ный множит ель	Приста вка	Обозначение приставки		Десятичны й множитель	Пристав ка	Обозначение приставки	
		межд.	рус			межд.	русс
10^{24}	иотта	Y	И	10^{-1}	деци	d	д
10^{21}	зетта	Z	З	10^{-2}	санتي	c	с
10^{18}	экса	E	Э	10^{-3}	милли	m	м
10^{15}	пета	P	П	10^{-6}	микро	μ	мк
10^{12}	тера	T	Т	10^{-9}	нано	n	н
10^9	гига	G	Г	10^{-12}	пико	p	п
10^6	мега	M	М	10^{-15}	фемто	f	ф
10^3	кило	k	к	10^{-18}	атто	a	а
10^2	гекто	h	г	10^{-21}	zepto	z	з
10^1	дека	da	да	10^{-24}	иокто	y	и

Тема 1.3. Виды и методы измерений

Измерение – это совокупность действий, выполняемых при помощи средств измерений с **целью** нахождения числового значения какой-либо физической или геометрической величины в принятых единицах измерения.

Результатом измерений является искомое значение величины выраженное в количестве единиц.

Модель измерения – уравнение измерения – Уравнение связи между величинами в конкретной измерительной задаче. Например, модель измерения скорости: $V = S/t$.

Область измерений – совокупность измерений, свойственных какой-либо области науки или техники.

В метрологии различают следующие области измерений:

- Измерение геометрических величин: *длин, углов, прогибы, отклонений формы поверхностей.*
- Измерение механических величин: *массы, силы, прочности и пластичности, крутящих моментов.*
- Измерение параметров потока, расхода, уровня, объема веществ.
- Измерение давления: *избыточного, атмосферного, абсолютного, вакуума.*
- Физико-химические измерения: *вязкости, плотности, влажности.*
- Теплофизические и температурные измерения, *температура, теплопроводность.*
- Измерение времени и частоты.
- Измерения электрических и магнитных величин на постоянном и переменном токе: *силы тока, ЭДС, напряжения, мощности, сопротивления, емкости, индуктивности.*
- Радиоэлектронные измерения: *интенсивности сигналов, параметров формы и спектра сигналов.*
- Измерения акустических величин в различных средах (*воздушной, твердой, жидкой*).
- Оптические и оптико-физические измерения: *оптической плотности, коэффициента пропускания.*
- Измерения ионизирующих излучений и ядерных констант: *дозиметрических и спектральных характеристик ионизирующих излучений.*

Вид измерений – часть области измерений, имеющая свои особенности и отличающаяся однородностью измеряемых величин.

Подвиды измерений различают по размеру величины, диапазону измерений, например, измерения сверхбольших расстояний или диаметра элементарных частиц.

Классификация видов измерений

Различают:

Прямые измерения – измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных (Длина рулеткой).

Косвенные измерения – измерения, при которых искомое значение находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, полученными прямыми измерениями (Напряжения тензомером).

Различают:

Абсолютные измерения - это измерения, которые выполняются посредством непосредственного измерения основной величины (измерения длины).

Относительные измерения - это измерения, при которых вычисляется отношение одноимённых величин, причем числитель является сравниваемой величиной, а знаменатель - базой сравнения (например, относительное удлинение образца)

Различают:

Совокупные измерения – измерения нескольких одноимённых величин, при которых искомое значение величин находят вычислением (Измерение площади помещения при совокупном измерении длин).

Совместные измерения – одновременные измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними (Определения коэффициента линейного расширения при совместном измерении длины и температуры).

Различают:

Статические измерения имеют место тогда, когда измеряемая величина постоянна (например, прочность бетона).

Динамические измерения связаны с такими величинами, которые в процессе измерений претерпевают те или иные изменения (например, измерение прогибов при загрузке балки постепенно увеличивающейся нагрузкой).

Различают:

Однократные измерения – это одно измерение одной величины. Всегда приводит к большим погрешностям. (например, при измерении длины обычно достаточно однократного измерения)

Многократные измерения – несколько измерений одной и той же величины. Обычно минимальное число измерений больше трех. Значительное снижение влияния случайных факторов на погрешность измерения. Как правило предполагает последующую **статистическую обработку** результатов измерения.

Различают:

Технические измерения – это измерения, выполняемые техническими средствами измерений с заранее заданной точностью (например, длину, ширину помещений округляют при обмерах кратно 50 мм).

Метрологические измерения – это измерения, выполняемые с максимальной точностью, которую обеспечивает используемое средство измерения (используя ту же рулетку можно произвести метрологическое измерение длины с точностью до половины деления – 0,5 мм).

Принцип измерений – физическое явление или совокупность физических явлений, положенных в основу измерений. Например, механического напряжения по принципу зависимости его от сопротивления электрического тензорезистора.

Методика измерений – конкретный порядок действий который необходимо выполнить для проведения измерения.

Метод измерений (более широкое понятие чем методика) – совокупность приемов использования принципов и средств измерений. Например, измерение механического напряжения методом электротензометрии *или измерение уклонов проезжей части методом нивелировки. Метод измерений обычно обусловлен устройством средств измерений.*

Классификация методов измерений

1) **Метод непосредственной оценки** — метод измерений, при котором значение величины определяют по шкале измерительного прибора. *(например, измерение прогиба индикатором часового типа).*

2) **Метод сравнения с мерой** — метод измерений, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой *(например, измерение длины линейкой).*

а) **Нулевой метод измерений** — результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сравнения доводят до нуля *(определение массы на чашечных весах при помощи гирь).*

б) **Метод измерений замещением** — измеряемую величину замещают мерой с известным значением величины *(фиксируем ноль на приборе сравнения, а затем подбираем меру чтобы тоже выдать ноль)*

в) **Метод измерений дополнением** — на прибор сравнения воздействует сумма размеров объекта измерения и меры. *(когда нижний предел измерения больше измеряемой величины).*

г) **Дифференциальный метод измерений** — на прибор сравнения воздействует разность размеров объекта измерения и меры. Измеряется разность между этими двумя величинами. *(например, измерения индикаторной скобой).*

д) **Метод совпадений** — значение измеряемой величины определяют по совпадению сигналов, отметок или других признаков, относящихся к измеряемой и известной величинам. *(совпадение линейкой по совпадению рисок)*

Тема 1.4. Основы теории погрешностей

Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины называется **погрешностью измерения**.

Классификация погрешностей

По способу выражения:

Абсолютная погрешность измерения — разность между полученным при измерении (X) и истинным (M) значениями измеряемой величины, выраженная в единицах этой величины.

Относительная погрешность — погрешность, выраженная в процентах или долях. Определяется как отношение абсолютной погрешности к истинному значению.

По характеру проявления:

Систематическая погрешность — остаётся постоянной или закономерно меняющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

Грубые погрешности (промахи) — возникают, как правило, из-за ошибок или неправильных действий оператора, из-за кратковременных отказов или сбоев в работе измерительных приборов и других резких изменений условий проведения измерений.

Случайная погрешность — составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом при серии измерений одного и того же размера физической величины, проведенных в одних и тех же условиях.

По источнику возникновения:

Инструментальная погрешность — это погрешность применяемого средства измерения (зависит от класса точности меры или от цены деления измерительного прибора).

Методическая погрешность — обусловлена несовершенством применяемого метода измерения (допущения, округления и прочее).

Погрешность условий — возникает из-за отклонений условий измерения от нормальных (изменение температуры, влажности, появление помех от магнитных полей и прочее).

Субъективная погрешность (погрешность оператора) — обусловлена недостаточной квалификацией или индивидуальными особенностями

оператора, выполняющего измерения, и связана с тщательностью выполнения методики измерения.

Методы выявления и исключения погрешностей

Выявление и оценка погрешности измерения физической величины («суммарной погрешности» или интегральной погрешности) и ее составляющих являются традиционными задачами метрологии.

Главный вопрос: Как найти то самое истинное значение, с которым мы будем сравнивать результат измерения?

Различают:

Аналитический метод (теоретические) — функциональный анализ методики выполнения измерений. Для расчетов погрешностей строят специальные аналитические модели для расчета составляющих погрешностей по их источникам возникновения. (проще говоря просто сесть и подумать где вы могли накосячить в процессе проведения измерения).

Подходит для выявления всех видов погрешностей, часто не является объективным.

Пример: модель округления значений при снятии отсчёта по шкале прибора. Случай, когда стрелка прибора попадает между отметками шкалы. В наихудшем случае (положение указателя точно посередине) погрешность округления составит половину цены деления шкалы.

Экспериментальный метод — сравнение измеренного значения с действительным, достаточно приближенным к истинному значению измеряемой величины.

Может быть реализован при помощи:

- проведения измерения эталона с заранее известным размером физической величины. В качестве истинного значения принимаем размер эталона.

- измерение той же физической величины другим методом с заведомо более высокой точностью. Результаты более точных измерений принимаем в качестве истинного значения.

- многократное измерение с последующей математической обработкой результатов методами математической статистики. Подходит для выявления случайной погрешности. В результате мы получим диапазон, в котором лежит истинное значение с определённой долей вероятности.

Так же применяют **смешанные методы**, совмещающие два вышеописанных.

Методы исключения погрешностей:

Систематическую погрешность устраняют путём корректировки каждого измеренного значения на постоянную величину этой погрешности, либо на значение полученные по выявленному закону её закономерного изменения.

Грубые погрешности (промахи) устраняют путём отсева отдельных результатов измерений.

Случайная погрешность устраняется путём принятия в качестве действительного значения наибольшего или наименьшего возможного значения с учётом принятой вероятности и требований к получаемой величине.

Например, прочность бетона (её нельзя завысить)

Если известно, что истинное значение прочности бетона с 95% лежит в пределах от 30 до 32 МПа, то в качестве действительного измеренного значения следует принять прочность в 30 МПа.

Другой пример, величина нагрузки на конструкцию (её нельзя занижить)

Если известно, что истинное значение нагрузки с 95% лежит в пределах от 10 до 11 кН, то в качестве действительного измеренного значения следует принять прочность в 11 кН.

Математическая обработка результатов измерений на базе теории погрешностей

Результаты многократных изменений одной и той же величины как правило незначительно отличаются друг от друга. Для того чтобы получить действительный результат серии измерений необходимо выполнить статистическую обработку полученных результатов.

Алгоритм обработки следующий:

1. Вычисляем среднее значение измеренной величины.
2. Вычисляем среднюю изменчивость изучаемой величины – Среднеквадратическое отклонение.
3. Строим гистограмму и полигон распределения результатов измерений для графического представления характера распределения результатов.
4. Задаёмся доверительной вероятностью с которой будет определено наше действительное значение (в технических науках как правило 95%)

5. Среди результатов измерений выявляем и отсеиваем недопустимо большие и малые (недостовверные) значения. Такие результаты могут быть получены по причине грубых промахов в процессе проведения испытания.
6. При необходимости повторяем обработку начиная с 1 пункта с учётом отсеянных результатов (так как среднее значение изменилось, как и выборка в целом)
7. Определяем действительное значение и погрешность его определения с учётом принятой доверительной вероятности.

В результате обработки должны быть определены 3 значения:

1. Среднее значение измеренной величины (например, 30 МПа)
2. Погрешность полученного среднего (например, ± 2 МПа)
3. Доверительная вероятность, при которой получена погрешность (например, 95%)

Доверительная вероятность допущенной погрешности зависит от важности производимых измерений (чем более важны и ответственны измерения, тем более высокая доверительная вероятность допущенной погрешности должна быть задана). Доверительная вероятность и погрешность взаимозависимые величины. При увеличении доверительной вероятности увеличивается и погрешность измерений

Формы представления результатов измерений

Результаты измерений представляют в форме:

100 кН; 20 ПМа – именованные числа (абсолютные измерения);
0,44; 2,765 - неименованные числа (относительные измерения).

Результат измерения всегда должен сопровождаться характеристиками качества измерений:

- со ссылкой на свидетельство об аттестации средства измерения или методики.

- доверительным интервалом (± 2 МПа), накрывающим с указываемой доверительной вероятностью (95%) истинное значение измеряемой величины.

Тема 1.5. Средства измерительной техники

Средства измерительной техники – технические средства, используемые в измерениях и имеющие нормированные метрологические характеристики:

К средствам измерительной техники относят как средства измерений так и их совокупности (измерительные системы, измерительные установки), измерительные принадлежности, измерительные устройства.

Различают:

Средства измерений – это техническое средство, используемое при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства (диапазон измерений, чувствительность, погрешность).

Измерительные принадлежности – вспомогательные средства, служащие для обеспечения необходимых условий для выполнения измерений с требуемой точностью (струбцина для прогибомера, штатив для индикатора).

Измерительное устройство – устройство в котором выполняется только одна измерительная операция: воспроизведение единицы физической величины, измерительное преобразование, сравнение, вычислительные операции.

Виды средств измерений

Мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера (гиря, линейка).

Измерительные приборы – это средства измерений, предназначенные для получения измерительной информации о величине, подлежащей измерению, в форме, удобной для восприятия наблюдателем (Прогибомеры, ондикаторы).

Измерительный преобразователь – называется средство измерений, служащее для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для дальнейшего преобразования или хранения, но не подлежащей непосредственному восприятию наблюдателем (тензорезистор).

Метрологические характеристики - характеристики свойств средств измерений, оказывающие влияние на результаты и погрешности измерений. Эти характеристики называют еще точностными характеристиками средств измерения.

Метрологические характеристики средств измерений — характеристики свойств средств измерений, оказывающие влияние на результат измерения и его погрешность. (Диапазон измерения, точность измерения, чувствительность и пр.)

Характеристики, устанавливаемые нормативно-техническими документами (например, паспортном средства измерения), называются **нормируемыми**, а определяемые экспериментально — **действительными**.

Класс точности средства измерения — это нормируемая метрологическая характеристика, которая определяет предельную допускаемую погрешность измерения, указывается в паспорте к средству измерения.

Если средству измерения присвоен какой-то класс точности (описываемый определённой погрешностью), это значит, что средство измерений не превышает эту погрешность, но при этом наверняка позволяет производить измерение с меньшей погрешностью.

<i>Стальная лента.</i>		
<i>Погрешность измерений</i>		
<i>Длина (м)</i>	<i>Класс I (мм)</i>	<i>Класс II (мм)</i>
<i>2</i>	± 0.3	± 0.7
<i>3</i>	± 0.4	± 0.9
<i>5</i>	± 0.6	± 1.3
<i>8</i>	± 0.9	± 1.9
<i>10</i>	± 1.1	± 2.3
<i>15</i>	± 1.6	± 3.3
<i>20</i>	± 2.1	± 4.3
<i>25</i>	± 2.6	± 5.3
<i>30</i>	± 3.1	± 6.3
<i>50</i>	± 5.1	± 10.3
<i>100</i>	± 10.1	± 20.3

Тема 1.6. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

Обеспечение единства измерений – организационная деятельность, направленная на достижение и поддержание единства измерений в соответствии с государственными и международными стандартами.

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь – Организационная деятельность по государственному управлению, государственному метрологическому надзору и контролю, в целях обеспечения единства измерений.

Целью обеспечения единства измерений в Республике Беларусь является защита граждан и государства от последствий неточных измерений (проще говоря сделать так чтобы люди друг друга не дурили).

Работы по обеспечению единства измерений в Республике Беларусь осуществляются на основе **Закона Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений»** 1995 г. (с последующими редакциями)

Для организации условий обеспечения единства измерений в Республике Беларусь создана специальная организация: **Государственная метрологическая служба**, которую возглавляет Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь.

В состав ГМС с входят:

- Национальный метрологический институт – РУП «Белорусский государственный институт метрологии» (БелГИМ)

- 15 региональных центров стандартизации, метрологии и сертификации:

РУП «Барановичский ЦСМС»,

РУП «Бобруйский ЦСМС»,

РУП «Борисовский ЦСМС»,

РУП «Брестский ЦСМС»,

РУП «Витебский ЦСМС»,

РУП «Гомельский ЦСМС»,

РУП «Гродненский ЦСМС»,

РУП «Калинковичский ЦСМС»,

РУП «Лидский ЦСМС»,

РУП «Могилевский ЦСМС»,

РУП «Молодечненский ЦСМС»,
РУП «Оршанский ЦСМС»,
РУП «Пинский ЦСМС»,
РУП «Полоцкий ЦСМС»,
РУП «Слуцкий ЦСМС».

Задачи ГМС:

- создание, хранение и применение национальных эталонов Республики Беларусь и признание их на международном уровне;
- разработка документов, устанавливающих требования к средствам измерений, методам выполнения и результатам измерений, к порядку проведения работ по метрологическому контролю;
- проведение метрологической экспертизы различных нормативных правовых актов;
- развитие международного сотрудничества в области обеспечения единства измерений

Целью ГМС является **Метрологический контроль** в сфере прикладной и законодательной метрологии.

в Республике используются следующие виды метрологического контроля:

- утверждение типа средств измерений;
- метрологическая аттестация средств измерений;
- поверку;
- калибровку;
- метрологическое подтверждение пригодности методик выполнения измерений.

Поверка – аттестация средства измерения в ходе, которой определяется погрешность получаемых им результатов в определённых условиях. Если результаты измерения находятся в пределах допустимой погрешности – выдаётся свидетельство о поверке. Как правило примеряется к аналоговым средствам измерения для прямых измерений. (рулетка или нивелир)

Калибровка – аттестация измерительного прибора в ходе, которой проверяется и корректируется зависимость (как правило нелинейная) между непосредственно измеряемой величиной (сигналом) и получаемым результатом измерения. Как правило примеряется к электронным приборам

для косвенных измерений. (склерометр, лазерный дальномер или электронный уровень)

И калибровка, и поверка предполагают проверку исправности средства измерения по признакам определённым методикой.

Различают следующие виды поверок:

первичная – проводится при выпуске средств измерений из производства и после ремонта;

периодическая – проводится через межповерочные интервалы (как правило раз в год)

внеочередная – проводится до окончания срока действия периодической поверки при вводе средства измерений в эксплуатацию или необходимости подтверждения пригодности СИ к применению;

инспекционная – проводится при осуществлении государственного метрологического надзора и метрологического контроля за состоянием и применением средств измерений;

экспертная – проводится при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности СИ и пригодности их к применению.

Государственные реестры:

- Государственный реестр национальных эталонов единиц величин Республики Беларусь
- Государственный реестр средств измерений (стандартных образцов) Республики Беларусь.

В Госреестре содержится информация о типах средств измерений, допущенных к применению на территории Республики Беларусь. В том числе здесь можно найти информацию о периодичности поверки.

Тема 1.7. Эталоны

Эталон единицы величины - техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины. Не предназначены для проведения измерений.

Эталоны создаются для обеспечения единства всех проводимых измерений.

Требования, предъявляемые к эталону:

- **Международное соответствие.** Государственные эталоны должны сличаться с эталонами Международного бюро мер и весов и национальными эталонами других государств;
- **Прослеживаемость внутри страны.** Эталоны, используемые в лабораториях и институтах, должны прослеживаться к соответствующим первичным эталонам единиц величин, находящимся в государственной собственности;
- **Надёжность.** Эталоны должны быть сконструированы таким образом, чтобы исключались их несанкционированная настройка и искажение шкалы измерений и порядка хранения, воспроизведения и передачи единиц величин;

Виды эталонов

Первичный – эталон воспроизводит единицу с наивысшей точностью, могут быть международными или государственными.

Специальные эталоны – воспроизводят единицу в особых условиях (высокие давления, температуры, особые состояния вещества и т.п.).

Вторичные эталоны – используются для передачи единицы от первичных эталонов к рабочим средствам измерения. Позволяют обеспечить сохранность первичных эталонов и лучше организовать сеть государственных поверок.

Виды вторичных эталонов:

- **Эталон-копия** предназначен для передачи размера единицы рабочим эталонам. Создаются при большом количестве поверочных работ.
- **Эталон сравнения** применяются для сличения эталонов, которые по каким-либо причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом.

- **Эталон-свидетель** применяется для проверки сохранности государственного эталона и для его замены в случае утраты.
- **Рабочий эталон** предназначен для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности.

Образцовые средства измерений – предназначены для поверки и калибровки по ним других средств измерений.

Сличение эталонов – установление соотношения при передаче единицы величины эталонами.

Содержание эталонов – совокупность операций для обеспечения хранения, применения эталона в соответствии с назначением, метрологическими и техническими требованиями к эталону единицы величины, установленными эксплуатационной документацией на этот эталон.

Система взаимодействия эталонов между собой позволяют организовать **Метрологическую прослеживаемость** всех производимых в мире измерений.

Метрологическая прослеживаемость – свойство результата измерения, в соответствии с которым результат может быть соотнесен с первичным эталоном через документированную неразрывную цепочку поверок или калибровок. Одним из основных принципов обеспечения единства измерений.

Существует прямая связь точности измерений с качеством продукции и услуг на государственном и мировом рынках. Точность измерений определяет конкурентоспособность.

Глава 2. Стандартизация

Тема 2.1. Стандартизация как система упорядочения и нормирования объектов

Стандартизация - деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного применения, направленная на достижение упорядоченности качества продукции и услуг и повышения конкурентоспособности.

Субъекты стандартизации: Государственные органы, юридические и физические лица

Объекты стандартизации: продукция, работа, процессы, услуги.

Цели:

- **защита интересов** потребителей и государства в вопросах качества;
- **повышение качества** продукции в соответствии с развитием науки и техники, с потребностями населения и экономики государства;
- **обеспечение** технической и информационной **совместимости** и **взаимозаменяемости** продукции.

Отношения в области стандартизации в Республике Беларусь регулируются Законом «О техническом нормировании и стандартизации» 2004 г. (с последующими редакциями)

Государственное регулирование и управление в области технического нормирования и стандартизации РБ осуществляется **Государственным комитетом по стандартизации**.



Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь

Принципы технического нормирования и стандартизации:

- **Обязательность** применения технических регламентов;
- **Добровольное** применение технических кодексов установившейся практики и государственных стандартов;
- **Доступность** технических регламентов, технических кодексов и государственных стандартов, и их проектов;

- Применение международных и межгосударственных стандартов;
- Использование современных достижений науки и техники;
- Обеспечение права участия юридических и физических лиц, технических комитетов по стандартизации в разработке технических регламентов Республики Беларусь, технических кодексов установившейся практики, государственных стандартов.

Уровни и органы стандартизации

Международная стандартизация – стандартизация, участие в которой открыто для всех стран. Например, ISO (International Organization for Standardization)

Региональная стандартизация – стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного географического, политического или экономического района. Например, Европейский комитет по стандартизации (строительные нормы EN).

Межгосударственная стандартизация – региональная стандартизация, проводимая на уровне государств, достигших соглашения о проведении согласованной политики в области стандартизации. Например, Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации СНГ. Продолжает выпускать новые ГОСТы, действующие в том числе на территории РБ.

Национальная стандартизация – стандартизация, которая проводится на уровне одной конкретной страны (например, у нас стандарты СТБ).

Существуют и более низкоуровневые виды стандартизации, например, **Стандарт организации**.

BIM-стандарты в строительстве

BIM (Building Information Modeling) – Сегодня в РБ это процесс комплексного проектирования конструкций и коммуникаций зданий и сооружений. В перспективе процесс информационного моделирования всего жизненного цикла сооружения (строительство, эксплуатация, ремонт, реконструкция, демонтаж) для понимания его экономической, экологической и другой эффективности.

Внедрение BIM-технологий несёт в первую очередь экономическую пользу. Комплексное проектирование здания (не говоря уже о полном жизненном цикле) это сложная нелинейная задача со множеством переменных параметров. Решение задачи оптимизации этих параметров в процессе моделирования является основной целью.

BIM-стандарт – это комплекс документов, содержащий требования к процессу и результату информационного моделирования зданий и сооружений. Отвечает на вопрос «Как организовать работу для проектирования по новой технологии»

Основные элементы BIM-стандарта:

- Общее описание метода проектирования: сценарии, роли и обязанности участников
- Описание уровней проработки элементов модели (LOD)
- Правила именования структурных и других элементов модели
- Регламент организации совместной работы и обмена информацией
- Регламенты создания модели для каждого из разделов проекта
- Регламенты создания библиотек BIM-компонентов

Первыми подобные документы разработали для своего рынка в Великобритании. Первые проекты стандартов семейства PAS 1192 были приняты в 2013 году.

В странах СНГ внедрение BIM-технологий помимо прочего имеют существенную рекламную составляющую производителей программного обеспечения. Производители ПО разрабатывают свои BIM-стандарты для облегчения внедрения технологии в проектное производство стран СНГ. Избегайте популизма!

На текущем уровне внедрения BIM-проектирования в РБ, BIM-стандарты применяются на уровне стандартов организации. Как регламент производства работ по проектированию с использованием информационного моделирования.

В перспективе, когда применение BIM-технологий выйдет за пределы проектного производства и потребуются внедрение технологии в процесс эксплуатации и далее, предполагается разработка и внедрения BIM-стандартов более высокого уровня.

Тема 2.2. Технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации и требования к ним

Перечень видов ТНПА утверждён Законом РБ «О нормативных правовых актах Республики Беларусь» 2018 г.

Виды ТНПА

1) Технический регламент (ТР) – устанавливает общие **обязательные** для соблюдения технические требования, связанные с безопасностью продукции, процессов с ней связанных или оказания услуг.

Например:

ТР 2009/013/ВУ* Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность 2015 г.

Технические регламенты Евразийского экономического союза — Технические регламенты на уровне региональной стандартизации стран ЕАЭС.

Например:

ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог» 2015 г.

ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» 2014 г.

2) Технический кодекс установившейся практики (ТКП) – содержит, основанные на результатах установившейся практики, технические требования к продукции, процессов с ней связанных или оказания услуг.

Соблюдение требований ТКП не обязательны, кроме случаев, когда это указано в техническом регламенте либо в законодательном акте.

Например:

ТКП 45-3.03-60-2009 (02250) «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний»

ТКП 45-3.03-232-2018 «Мосты и трубы. Строительные нормы проектирования» (действовал до 2020 года)

3) Стандарт – составляется на основе согласия большинства заинтересованных субъектов технического нормирования. Содержит

технические требования к продукции, процессов с ней связанных или оказания услуг.

Различают 2 вида стандартов:

- **Государственный стандарт Республики Беларусь (СТБ)** – в области строительства утверждается Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь.

Обязательные требования соблюдения СТБ так же встречаются, когда это указано в техническом регламенте либо законодательном акте.

Например:

СТБ 1704-2012 «Арматура ненапрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия»

- **Стандарт организации (СТП)** – стандарт, утвержденный юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем.

Например:

СТП БНТУ 3.01-2003 «Курсовое проектирование»

4) Технические условия (ТУ) - утверждается юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем и содержит технические требования к конкретному типу, марке, модели, виду реализуемой ими продукции или оказываемой услуге.

Например:

ТУ ВУ 591160178.001-2020 «Арматура стеклопластиковая композитная периодического профиля»

5) Строительные нормы Республики Беларусь (СНБ) и Строительные правила Республики Беларусь (СПБ)

5 июня 2019 Президент Беларуси Александр Лукашенко подписал Указ № 217, вводящий в строительстве новые виды технических нормативных правовых актов.

СНБ содержат обязательные для применения требования в области безопасности зданий и сооружений.

СПБ определяют способы достижения строительных норм и применяются на добровольной основе.

Этим же указом установлен **запрет** на использование других ТНПА (ТР и ТКП) с требованиями в области строительной деятельности **с момента введения в действие СНБ и СТБ.**

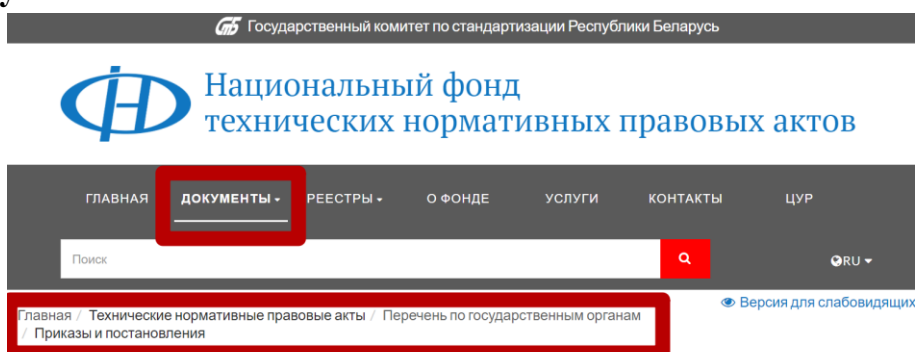
Следует подчеркнуть, что в других сферах деятельности ТР и ТКП продолжают действовать без изменений.

Основные для нашей специальности документы:

СН 3.03.01-2019 «Мосты и трубы»

СН 3.03.04-2019 «Автомобильные дороги»

Актуальные и отменённые ТНПА можно найти на тайте tnpa.by



Результаты поиска: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь

Количество документов: 1097	
Документы по видам ТНПА	
Технические кодексы установившейся практики Найдено документов: 388	Государственные стандарты Республики Беларусь Найдено документов: 572
Формы ведомственной отчетности и указания по их заполнению Найдено документов: 69	Правила и инструкции по охране труда Найдено документов: 2
Статистические индексы стоимости и индексы изменения стоимости строительного-монтажных работ Найдено документов: 18	Строительные правила Найдено документов: 11
Строительные нормы Найдено документов: 37	Всего Найдено документов: 1097

Обозначение / технологический номер	Наименование	Дата введения	Срок действия	Состояние
ГОСТ 4.200-78	Система показателей качества продукции. Строительство. Основные положения	01.07.1979		Введен впервые
ГОСТ 4.205-79	Система показателей качества продукции. Строительство. Стекло строительное и изделия из стекла и шлакоситалла. Номенклатура показателей	01.01.1980		Введен впервые

Тема 2.3. Оценка соответствия. Основные понятия

Вопросы оценки соответствия нормам РБ и Евразийского экономического союза (ЕАЭС) освещаются Законом РБ «Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия» 2016 г.

Оценка соответствия представляет собой проверку объектов оценки на предмет соответствия ТНПА, в первую очередь Техническим регламентам.

Целями оценки соответствия являются:

- обеспечение защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды;
- предупреждение действий, вводящих в заблуждение потребителей продукции, работ и услуг относительно их назначения, качества и безопасности;
- повышение конкурентоспособности продукции, работ и услуг;
- устранение технических барьеров в торговле;
- обеспечение энергоэффективности и рационального использования ресурсов (ресурсосбережения);
- обеспечение научно-технологической, информационной и военной безопасности.

Принципами оценки соответствия являются:

- гармонизация с международными и межгосударственными подходами в области оценки соответствия;
- обеспечение идентичности процедур оценки соответствия отечественных и иностранных объектов оценки соответствия;
- открытость, доступность и возмездность процедур оценки соответствия.

Объектами оценки соответствия являются:

- продукция;
- процессы проектирования, изысканий, производства, строительства, монтажа и др.
- выполнение работ;
- оказание услуг;
- системы управления (менеджмента);
- компетентность персонала.

Формы оценки соответствия:

сертификация – проводится органом по сертификации, результатом является документальное удостоверение соответствия. Может заменять собой Декларирование.

Различают:

сертификат соответствия;

сертификат компетентности персонала;

сертификат соответствия техническим регламентам ЕАЭС;

декларирование соответствия – проводится изготовителем (продавцом поставщиком). В результате принимается декларация о соответствии. (всю ответственность несёт изготовитель).

испытание – (если испытания являются самостоятельной формой оценки соответствия согласно ТР ЕАЭС) проводится испытательной лабораторией (центром), результатом является определение по установленной методике одной или нескольких количественных и (или) качественных характеристик свойств образца продукции.

Иные формы, установленные ТР ЕАЭС (**Экспертиза, приёмка, надзор, контроль**)

Формы оценки сертификации для конкретной продукции указываются в технических регламентах.

Наши основные ТР:

- ТР 2009/013/ВУ* «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность»

- ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог»

- ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта»

ТР 2009/013/ВУ* «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» в обязательном порядке предусматривает **декларирование:**

- проектной документации,

- строительные материалов и изделий (бетон, арматура и пр.),

- строительных работ

- вводимых в эксплуатацию сооружений.

Декларация соответствия, например, проектной документации, составляется проектной организацией и регистрируется в соответствующем порядке. При этом в ней указывается что соответствие ТР и другим ТНПА установлено Госстойэкспертизой (то что называют «Проект проходит экспертизу»).

Совсем другая песня с ТР по дорожным сооружениям

ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог» (в том числе распространяется на дорожные сооружения – мосты, тоннели и трубы) в обязательном порядке предусматривает:

- **декларирование** указанных дорожно-строительных материалов (песок, щебень, битум и пр.)
- **сертификацию** указанных изделий (знаки, водопропускные трубы, светофоры и пр.)
- **экспертизу** при инженерных изысканиях и разработке проектной документации

- **производственный контроль за выполнением работ, промежуточную приемку, приемку и ввод в эксплуатацию при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте.**

- **текущий контроль состояния, а также приемку выполненных работ по ремонту и содержанию при эксплуатации.**

- для дорожно-строительных материалов и изделий - в формах **испытания** (входной контроль) для подтверждения соответствия ТР и другим ТНПА.

Испытания проводятся аккредитованной испытательной лабораторией (центром) с соответствующей областью аккредитации.

Например, при строительстве дорог при МСУ и ДСУ имеются лаборатории испытанию материалов, поступающих на стройку. Они проводят испытания, например, бетона, поставляющегося для монолитных работ путём испытания бетонных кубиков на сжатие.

Целями испытаний являются:

- определение характеристик свойств образца продукции, иного объекта оценки соответствия;
- обеспечение проведения подтверждения соответствия;

Принципами испытаний являются:

- достоверность результатов испытаний, беспристрастность при проведении испытаний;

Входной контроль дорожно-строительных материалов проводится с целью установления соответствия продукции требованиям нормативно-технической документации. Согласно СТБ 1306-2002 «Строительство. Входной контроль продукции. Основные положения»

Задачами входного контроля являются:

- получение объективной и достаточной информации о качестве поставляемой продукции;
- предотвращение использования продукции, не соответствующей требованиям нормативно-технической документации;
- обеспечение требуемого качества создаваемой продукции и выполняемых в строительстве работ.

Знак соответствия - обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии требованиям ТНПА;

СТБ при обязательном подтверждении	
СТБ при не обязательном подтверждении	
ТР Республики Беларусь	
ТР Евразийского экономического союза	
ТР Российской Федерации	

Глава 3. Управление качеством

Тема 3.1. Эволюция систем менеджмента

Система менеджмента качества (СМК) — это часть общей системы управления компанией, которая функционирует с целью обеспечения стабильного качества производимой продукции и оказываемых услуг.

Менеджмент качества неразрывно связан с другими видами менеджмента, таким как Финансовый, Инвестиционный, Стратегический, и др.

Исторически технологии менеджмента рождались, как инструменты выживания организаций в условиях сильного внешнего давления со стороны потребителей и конкурентов.

Задачи, решаемые СМК:

1. Повышение качества товаров, услуг, деятельности и т.д.
2. Экономия на характеристиках продукции без потери клиентов.
3. Понимание нужд потребителей.
4. Повышение удовлетворенности потребителей
5. Увеличение объема сбыта продукции.
6. Улучшение имиджа организации в сравнении с конкурентами
7. Выполнение требований по наличию сертификата соответствия.
8. Оптимизация затрат на персонал, поставщиков и др.
9. Дифференцирование зарплаты работников в зависимости от качества их деятельности.
10. Понимание, кого уволить в первую очередь для оптимизации.

Стандарты СМК серии ISO 9000 — серия международных стандартов, содержащих термины и определения, основные принципы менеджмента качества, требования к системе менеджмента качества организаций и предприятий, а также руководство по достижению устойчивого результата.

Разработан Международной организацией по стандартизации.

1 версия была подготовлена в 1987 году. Актуальная версия уже 5я

Стандарты, входящие в серию

СТБ ISO 9000:2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

СТБ ISO 9001:2015 Системы менеджмента качества. Требования

СТБ ISO 9004:2018 Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества

Принципы менеджмента качества ISO 9001:2015 *:

1. Ориентация на потребителя

Желания потребителя должны быть определены, поняты и постоянно выполняться и учётом обязательных требований ТНПА.

2. Лидерство

Руководители на всех уровнях организации обеспечивают единство целей и направлений развития и создают условия, в которых сотрудники оказываются вовлечёнными в достижение целей организации в области качества.

3. Процессный подход

Мышление на основе анализа рисков и работа по принципу цикла:

Планирование изменений

Выполнение запланированного

Анализ результатов изменений

Оптимизация изменений с учётом результатов

4. Улучшения

Постоянное стремление к совершенствованию качества продукции и услуг для повышения удовлетворённости потребителя.

5. Принятие решений, основанное на свидетельствах

Все решения принимаются на основе анализа фактов полученных ранее результатов.

6. Менеджмент взаимоотношений

Управление своими взаимоотношениями с заинтересованными сторонами, оказывающими влияние на деятельность организации.

Тема 3.2. Оценка уровня качества продукции

Измерение качества продукции или услуги невозможно без сбора и анализа количественной информации об её эффективности. Такую информацию можно получить только в результате измерений.

Контроль качества – деятельность, проводимая на предприятии для гарантированного подтверждения того, что производимые продукции или услуги соответствуют установленным требованиям стандартов.

Контроль качества различают на:

- Входной
- Межоперационный
- Выходной.

В качестве **эталона качества** выступает описанный стандартом продукция или услуга.

Квалиметрия — отрасль науки, изучающая и реализующая методы количественной оценки качества.

Оценку качества можно проводить на основе **квалиметрических моделей**. Их использование при оценке качества позволяет с заданной точностью проводить измерения абсолютных качественных параметров объектов, и сравнивать параметры с другими объектами (выявлять относительные показатели).

Методология квалиметрического подхода включает следующие **основные этапы**:

- рассмотрение качества исследуемого объекта как структурированного иерархического графа (дерева) свойств объекта;
- выделение неделимых простых свойств;
- присвоение свойствам измеримых параметров;
- разработка шкал измерений параметров;
- выбор базовых (эталонных) параметров;
- расчет единичных показателей качества;
- установление значимости показателей качества;
- расчет комплексных показателей качества по всем уровням структурированного графа с учетом значимости.

Квалиметрические методы определения качества продукции и услуг:

Инструментальный метод – измерение конкретных свойств продукции при помощи технических средств измерений.

Расчетный метод – вычисление значений параметров, полученных на основе других методов, например, в результате измерения. Применяется на стадии проектирования продукции, например, для определения прочности.

Статистический метод – вычисления на основе прикладной математической статистики для прогнозирования качества продукции, оценки рисков.

Органолептический метод – анализ восприятия продукции органами чувств (зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса) без применения технических измерительных средств.

Различают:

Экспертный метод – учитывает мнение группы специалистов-экспертов.

Социологический метод – основан на сборе и анализе мнений потребителей данной продукции.

Комбинированный

РАЗДЕТ II. ПРАКТИЧЕСКИЙ

Практическая работа № 1. Приборы, применяемые в лабораторных испытаниях

В процессе лабораторных испытаний строительных конструкций применяется ряд приборов, которые предназначены для измерения определённых величин, контролируемых при испытании (таблица 1).

Таблица 1 – Средства измерения и их основные характеристики

Средство измерения	Назначение	Цена деления (точность измерения)	Пределы измерения	База измерения
Тензомер Гугенбергера	измерение относительных линейных деформаций и определение механических напряжений в материале конструкции	0,001 мм	0,05 мм	20 мм, с удлинителем базы до 500 мм
Тензорезистор (Электрический тензомер)		0,01 мм/м*	1 мм*	5 – 50 мм*
Индикаторы	измерение линейных перемещений и деформаций	0,001..0,01 мм**	1..30 мм**	зависит от способа установки
Прогибомер Максимова	измерение прогибов	0,1 мм	не имеет	не имеет
Прогибомер Аистова		0,01 мм		
Клинометр Аистова	измерение угла поворота	6"	6°	не имеет

* – зависит от модели тензорезистора и преобразователя;

** – в зависимости от модели.

База измерения – начальное расстояние, изменение длины которого фиксируется при определении относительных линейных деформаций.

Ниже приведены конструктивные схемы и фотографии средств измерения.

Тензомер Гугенбергера

Жесткая станина 1 тензомера с одной стороны имеет острую неподвижную ножку, а с другой треугольный вырез для опирания призмы, являющейся малым плечом рычага первого рода 4. Верхняя часть этого рычага (плечо А) шарнирно, при помощи коромысла 2, соединена с другим рычагом (стрелкой) второго рода 3, прикрепленным шарнирно к станине 1. Расстояние между неподвижной ножкой и подвижной призмой называется базой измерения $S = 20$ мм.



Рисунок 1 – Общий вид тензомера Гугенбергера

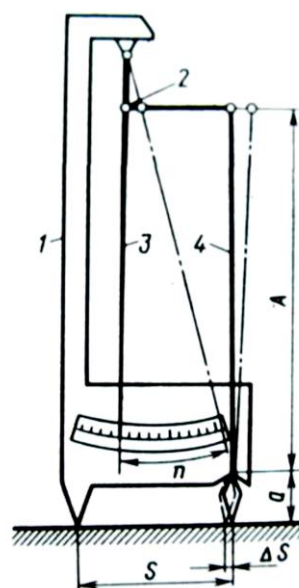


Рисунок 2 – Схема тензомера Гугенбергера

Относительная деформация материала определяется как отношение ΔS к S . А напряжения, возникающие в материале, могут быть получены умножением значения относительных деформаций на модуль упругости материала E .

Тензорезистор (Электрический тензомер)

Тензорезистор является датчиком, он представляет собой полоску бумаги или пластика с вклеенной в неё тонкой металлической проволокой диаметром до 0,05 мм. Тензорезистор одноразовый, он плотно приклеивается на поверхность исследуемой конструкции, а электрические выводы при

помощи проводов специальным образом соединяются с измерительным прибором, например, Измерителем деформации цифровым (ИДЦ).

Непосредственно измеряемым параметром тензорезистора является его электрическое сопротивление (сопротивление проволоки). При растяжении или сжатии конструкции, тензорезистор и проволока внутри датчика так же растягиваются или сжимаются.

При растяжении проволоки, её длина увеличивается, а поперечное сечение уменьшается. Из курса физики нам известно, что чем больше длина проводника и меньше его диаметр, тем выше его сопротивление. Таким образом, существует пропорциональная зависимость между электрическим сопротивлением тензорезистора и относительной деформацией конструкции, на которую он приклеен.

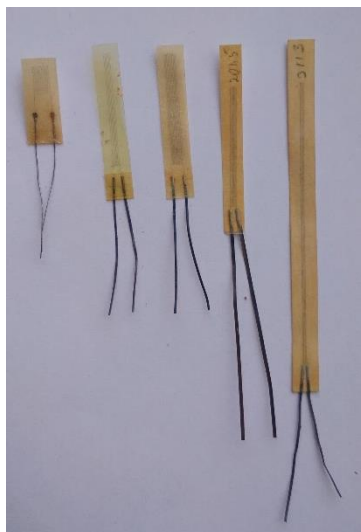


Рисунок 3 – Общий вид проволочных петлевых тензорезисторов

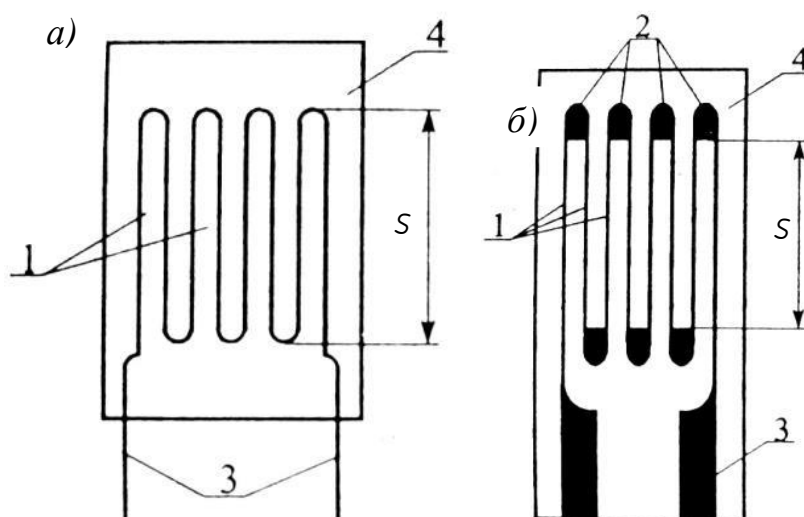


Рисунок 4 – Схема проволочного петлевого (а) и фольгового (б) тензорезисторов: 1 – тензочувствительные элементы; 2 – низкоомные перемычки; 3 – выводные контакты; 4 – подложка

Тензорезисторы выбираются по трём основным характеристикам:
сопротивлению R ;
базе измерений S ;
коэффициенту тензочувствительности K .

Индикаторы

Индикатор является самым универсальным из рассматриваемых в этой работе приборов. Он может быть использован как тензомер, как прогибомер или как клинометр, в зависимости от способа установки.

В корпусе 1 свободно перемещается в продольном направлении шток 2. В средней части штока имеется зубчатая нарезка, входящая в зацепление с шестеренкой 3, жестко соединенной с другой шестеренкой 4. Последняя входит в зацепление с шестеренкой 6, закрепленной на одной оси с большой стрелкой 5. Вращение с шестеренки 6 передается на шестеренку 7 и на малую стрелку 8.



Рисунок 5 – Индикатор часового типа (ИЧ) и его внутренне устройство со снятой задней крышкой

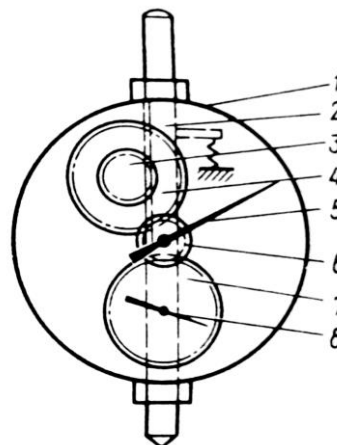


Рисунок 6 – Схема Многооборотной индикаторной головки (МИГ)



Рисунок 7 – Индикаторная головка (ИГ)



Рисунок 8 – Многооборотная индикаторная головка (МИГ)

Кратко принцип работы можно описать следующим образом: стрелки индикатора показывают величину, на которую перемещается шток относительно корпуса индикатора.

При отсутствии данных о характеристиках конкретного индикатора, цену деления шкал и пределы его измерения можно определить опытным путём. Цена деления шкалы большой стрелки всегда указана в центре основного циферблата.

Прогибомер Аистова

Прогибомер Аистова – Овчинникова (ПАО-6) закрепляется на жёстком основании непосредственно под точкой конструкции, вертикальное перемещение которой нам необходимо измерить. К конструкции крепится стальная проволока с подвешенной на конце с гирей 3, при этом проволока перекидывается через ролик 2, который находится с тыльной части прогибомера. Таким образом, при перемещении исследуемой точки конструкции, проволока проворачивает ролик 2, который жёстко соединён с шестерёнкой 1, которая в свою очередь находится в зацеплении с шестернями 4, 5 и 6. На каждой шестерни 1, 5 и 6 закреплена стрелка, каждая из которых показывает значения прогиба в см, мм и мкм соответственно.

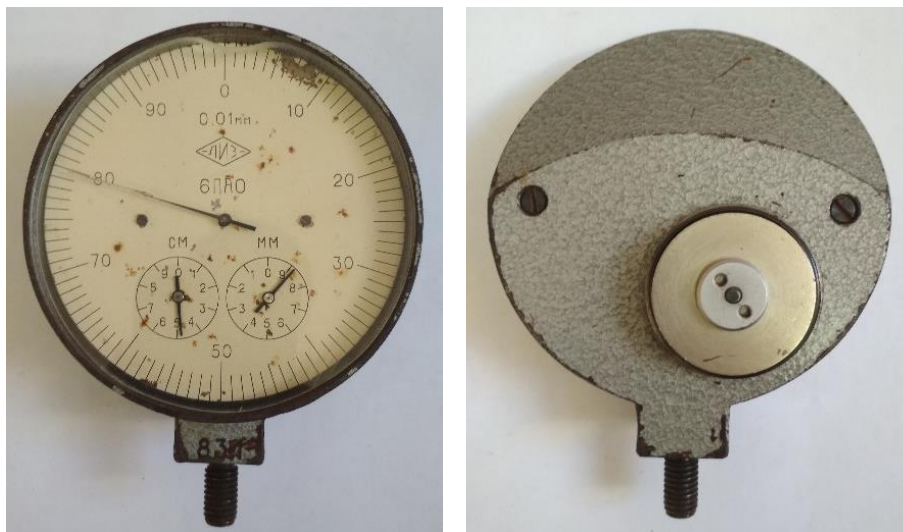


Рисунок 9 – Общий вид прогибомера Аистова



Рисунок 10 – Внутренне устройство прогибомера Аистова

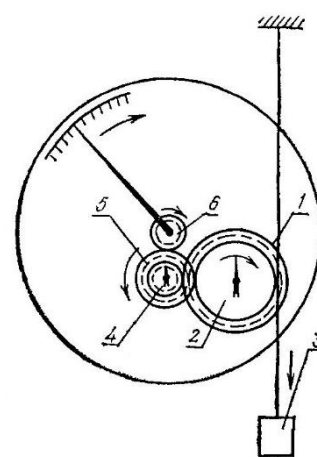


Рисунок 11 – Схема прогибомера Аистова

Особенностью прибора является высокая точность и неограниченный диапазон измерений.

Особенность конструкции в виде проволоки, которая перекинута через блок в том, что груз на конце проволоки создаёт постоянное натяжение проволоки, исключая тем самым дополнительную погрешность от возможного растяжения проволоки.

Прогибомер Максимова

Принцип установки и работы прогибомера Максимова (ПМ-3) аналогичен прогибомеру Аистова.



Рисунок 12 – Общий вид прогибомера Максимова

Прогибомер Максимова является менее дорогостоящим, менее прихотливым и менее точным аналогом прогибомера Аистова. Его основное отличие – точность измерения которая составляет 0,1мм.

Клинометр Аистова

Клинометр Аистова КА-4 состоит из латунного корпуса 1, внутри которого подвешен тяжёлый маятник 2 электроизолированный от корпуса, заканчивающийся веслом 6. При изменении угла наклона прибора маятник отклоняется под действием силы тяжести. Корпус до определённого уровня заполнен маслом. Весло маятника погружено в масло, что не даёт маятнику реагировать на мелкие вибрации во время измерений.

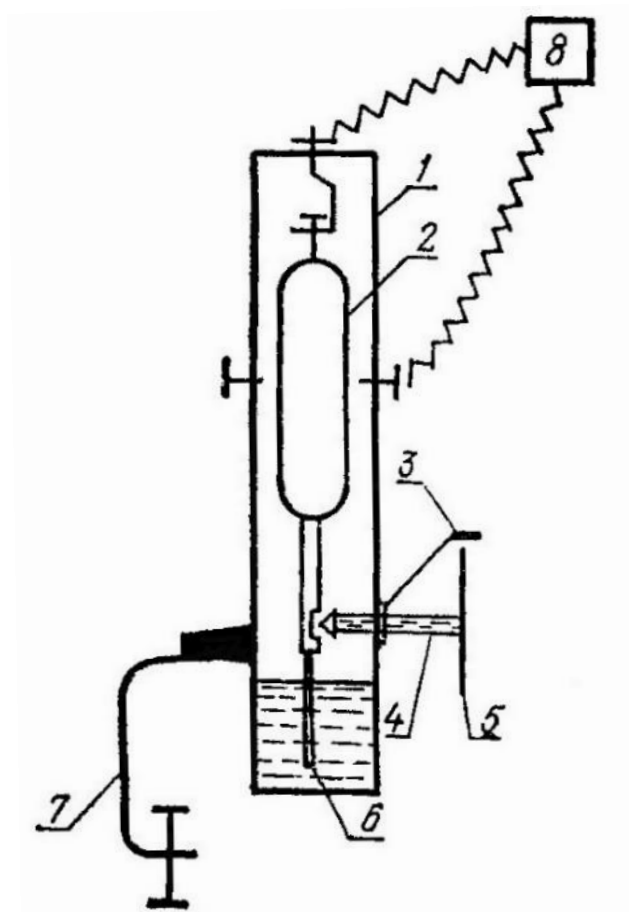


Рисунок 13 – Схема клинометра Аистова

Прибор крепится при помощи трубки 7 к конструкции. Для снятия нулевого отсчёта вращается микрометрический винт 4, до касания с маятником 2. В момент касания замыкается электрическая цепь с лампочкой 8 – снимается отсчёт по лимбу 5. 3 – неподвижная стрелка.

После нагружения конструкции маятник отклоняется, и электрическая цепь размыкается. После чего необходимо снова вращать микрометрический винт 4, до момента зажигания лампочки 8 и снова снять отсчёт по лимбу 5.

Таким образом, по разнице отсчёта лимба можно вычислить угол поворота конструкции.

Практическая работа № 2. Физическая величина как результат измерений

Физическая величина – характеристика объектов или явлений материального мира

масса, длина, площадь, температура и т.д.

Значение физической величины – выражается в количестве принятых для нее единиц

10 кН, 15 мм².

Размер физической величины – количественная характеристика

10 кН, 15 мм²

Размерность физической величины – качественная характеристика

10 кН, 15 мм².

Правильное написание Значения физических величин.

Правильно	Не правильно
100_кН	100кН
20_°С	20°_С 20°С
(100±1)_кг	100±1кг

Таблица кратных и дольных единиц СИ:

Кратные			Дольные		
Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки	Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки
10 ²⁴	иотта	И	10 ⁻¹	деци	д
10 ²¹	зетта	З	10 ⁻²	санتي	с
10 ¹⁸	экса	Э	10 ⁻³	милли	м
10 ¹⁵	пета	П	10 ⁻⁶	микро	мк
10 ¹²	тера	Т	10 ⁻⁹	нано	н
10 ⁹	гига	Г	10 ⁻¹²	пико	п
10 ⁶	мега	М	10 ⁻¹⁵	фемто	ф
10 ³	кило	к	10 ⁻¹⁸	атто	а
10 ²	гекто	г	10 ⁻²¹	зепто	з
10 ¹	дека	да	10 ⁻²⁴	иокто	и

Разберём виды значений физических величин на примере числа π

Истинное значение физической величины – «Идеальное» значение которое мы никогда не сможем измерить. Можем к нему только приблизиться.

Известно, что **истинное значение** числа π :

3,1415926535 8979323846 2643383279 5028841971 6939937510 5820974944
5923078164 0628620899 8628034825 3421170679 8214808651 3282306647
0938446095 5058223172 5359408128 4811174502 8410270193 8521105559
6446229489 5493038196 4428810975 6659334461 2847564823 3786783165
2712019091 4564856692 3460348610 4543266482 1339360726 0249141273
7245870066 0631558817 4881520920 9628292540 9171536436 7892590360
0113305305 4882046652 1384146951 9415116094 3305727036 5759591953
0921861173 8193261179 3105118548 0744623799 6274956735 1885752724
8912279381 8301194912 9833673362 4406566430 8602139494 6395224737
1907021798 6094370277 0539217176 2931767523 8467481846 7669405132
0005681271 4526356082 7785771342 7577896091 7363717872 1468440901
2249534301 4654958537 1050792279 6892589235 4201995611 2129021960
8640344181 5981362977 4771309960 5187072113 4999999837 2978049951
0597317328 1609631859 5024459455 3469083026 4252230825 3344685035
2619311881 7101000313 7838752886 5875332083 8142061717 7669147303
5982534904 2875546873 1159562863 8823537875 9375195778 1857780532
1712268066 1300192787 6611195909 2164201989.

Действительное значение физической величины – То значение которое обычно принимают для расчётов. Значение точность определения, которого мы считаем достаточной.

Действительное значение числа π , которое принято принимать в расчётах 3,14.

Измеренное значение физической величины – то которое мы получили в результате конкретного измерения.

Получим **измеренное значение** числа π путём деления измеренной длины окружности на половину её диаметра.

Используем для этого круглую шайбу. Измерение длины окружности получим, прокатив шайбу с риской по ребру линейки. Диаметр так же измерим линейкой. результаты измерений и расчётов записываем.

Чтобы избежать инструментальной погрешности, важно использовать одну и ту же линейку.

В процессе измерений наверняка встанет вопрос о точности измерений.

Важной характеристикой точности измерений и вычислений является не количество знаков после запятой, а количество значащих цифр.

В технических измерениях и расчётах может быть принято округление значения, например, до трёх значащих цифр:

3213586 → 3210000

5,7348957 → 5,73

Такое округление позволяет ошибиться на долю, не более 0.005 (половина величины кратно которой округляется величина) или не более чем на 0,5 %

Дело в том, что в метрологии принято не только знать значение измеренной величины, но и величину погрешности с которой она определена.

Именно такой подход к округлению позволяет вести вычисления и измерения с заданной точностью.

Практическая работа № 3 Оценка надежности и достоверности экспериментальных данных

Одной из основных целей проведения эксперимента (испытания конструкции) является сравнение значений величин, полученных путём предварительного расчёта конструкции со значениями, полученными непосредственно при испытании. А при отсутствии расчётного значения изучаемой величины – получение действительного значения изучаемой величины максимально приближенного к истинному.

Значения измеряемых характеристик изменяются от одного опыта к другому, эта изменчивость обусловлена неидеальными условиями проведения каждого эксперимента, такими как:

- *непостоянство физико-механических характеристик материалов;*
 - *слабозаметные различия геометрических размеров опытных образцов;*
 - *неизбежные погрешности показаний контрольно-измерительных приборов;*
- и др.*

Для того чтобы уменьшить влияние неидеальных условий и повысить надёжность результатов эксперимента, испытание необходимо провести несколько раз при одинаковых условиях.

Полученные в результате нескольких испытаний экспериментальные данные необходимо подвергнуть статистической оценке.

Статистическая оценка экспериментальных данных представляет собой комплекс несложных вычислений в результате которых решается две задачи:

- 1) является ли результат каждого отдельного испытания достоверным или его следует признать неудовлетворительным;
- 2) проверяется сходимость расчетного значения величины с опытным (достоверность опытного значения). Оценивается надёжность полученного действительного значения величины.

В случае ограниченного количества испытаний (ограниченной выборки), полученные значения в совокупности подчиняются закону распределения Стьюдента.

При количестве испытаний стремящимся к бесконечности закон распределения Стьюдента стремится к нормальному закону распределения (распределение Гаусса).

Порядок статистической оценки экспериментальных данных

В данном разделе описана методика статистической оценки малой выборки экспериментальных данных (менее 30 значений).

1) Вычисляем среднее значение измеренной величины.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

где x_i – значение полученное в результате каждого испытания;
 n – количество испытаний.

Вычисленное среднее значение может быть принято в качестве действительного значения измеряемой величины. При увеличении количества экспериментальных данных среднее (действительное) значение стремится к математическому ожиданию M (истинному значению измеряемой величины).

2) Вычисляем среднюю изменчивость изучаемой величины – **Среднеквадратическое отклонение.**

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i^2)}{n - 1}}$$

где Δx_i – отклонение каждого измеренного значения от среднего арифметического: $\Delta x_i = \bar{x} - x_i$.

Среднеквадратическое отклонение s характеризует степень разброса полученных экспериментальных значений (изменчивость) изучаемой величины относительно среднего арифметического.

3) Строим гистограмму и полигон распределения результатов измерений.

Для начала необходимо определиться с интервалами варьирования. Величина интервала варьирования может быть принята равной среднеквадратическому отклонению s .

Заполняется таблица 1.

Таблица 1 – исходные данные для построения гистограммы распределения

Интервалы в общем виде	от $\bar{x} - 3s$ до $\bar{x} - 2s$	от $\bar{x} - 2s$ до $\bar{x} - s$	от $\bar{x} - s$ до \bar{x}	от \bar{x} до $\bar{x} + s$	от $\bar{x} + s$ до $\bar{x} + 2s$	от $\bar{x} + 2s$ до $\bar{x} + 3s$
Численные значения интервалов						
Количество значений попавших в интервалы, n_x						

По данным таблицы строится гистограмма распределения экспериментальных данных. В центре оси абсцисс устанавливается среднее значение \bar{x} , влево и вправо от него откладываются указанные выше интервалы. По оси ординат откладывается количество значений, попавших в эти интервалы (рис. 1).

После построения гистограммы по центрам вершин её столбцов строится полигон распределения изучаемой величины.

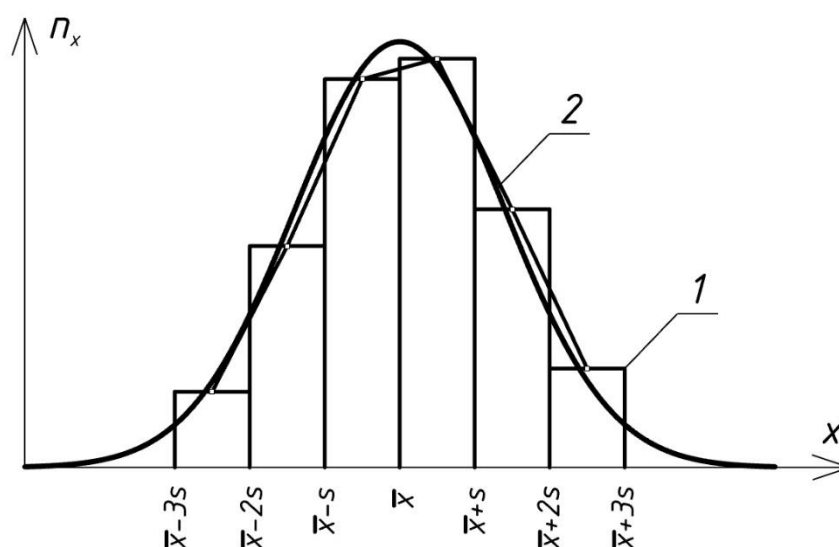


Рисунок 1 – Гистограмма (1), полигон (2) и аппроксимированная кривая распределения (3) изучаемой величины

4) Среди полученных результатов необходимо выявить и **отсеять аномально большие и малые (недостовверные) значения результатов эксперимента**. Такие результаты могут быть получены по причине грубых промахов в процессе проведения испытания.

Существует несколько методов выявления недостоверных значений. Воспользуемся методом определения максимального относительного отклонения:

Для начала необходимо задаться доверительной вероятностью (гарантированной обеспеченностью) наших вычислений. Примем значение доверительной вероятности $P = 95\%$. Таким образом, результатом, который может встретиться с вероятностью $\alpha = 100\% - P = 5\%$ (уровень значимости), можно пренебречь.

Отдельный опытный результат признается недостоверным и отбрасывается, если он не удовлетворяет неравенству:

$$(\bar{x} - s \cdot \tau_{\alpha}) \leq x_i \leq (\bar{x} + s \cdot \tau_{\alpha})$$

где τ_{α} – квантиль распределения максимального относительного отклонения (определяется по таблице 2).

Таблица 2 – квантиль распределения максимального относительного отклонения для двухсторонней критической области

n	Уровень значимости α			n	Уровень значимости α		
	10%	5%	1%		10%	5%	1%
3	1.41	1.41	1.41	12	2.23	2.39	2.66
4	1.65	1.69	1.72	13	2.26	2.43	2.71
5	1.79	1.87	1.96	14	2.30	2.46	2.76
6	1.89	2.00	2.13	15	2.33	2.49	2.80
7	1.97	2.09	2.27	16	2.35	2.52	2.84
8	2.04	2.17	2.37	17	2.38	2.55	2.87
9	2.10	2.24	2.46	18	2.40	2.58	2.90
10	2.15	2.29	2.54	19	2.43	2.60	2.93
11	2.19	2.34	2.61	20	2.45	2.62	2.96

Строим границы, определённые неравенством, на уже построенной гистограмме распределения результатов испытания (рис. 2). Делаем заключение об отсеивании недостоверных результатов.

Прикладной смысл:

Результаты, вероятность получения которых составляет менее $\alpha = 5\%$, считаются недостоверными и отсеиваются.

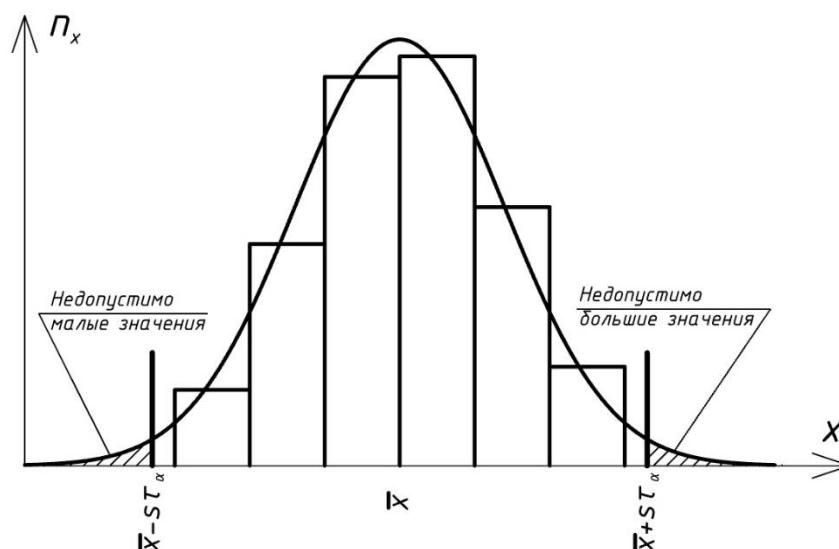


Рисунок 2 – границы недопустимо малых и недопустимо больших значений измерений

5) Проводим статистическую оценку **сходимости расчётного и опытного значения** изучаемой величины при доверительной вероятности $P = 95\%$.

Для этого необходимо вычислить ошибку среднего арифметического.

$$m_M = \frac{s}{\sqrt{n - 1}}$$

Ошибка среднего арифметического m_M характеризует отклонение полученного среднего арифметического \bar{x} (действительного опытного значения) от математического ожидания M (истинного значения).

Сходимость признаётся удовлетворительной с доверительной вероятностью P , если расчётное значение M_{col} , которое может быть принято в качестве математического ожидания M (истинного значения), удовлетворяет неравенству:

$$(\bar{x} - t_\alpha \cdot m_M) \leq M_{col} \leq (\bar{x} + t_\alpha \cdot m_M)$$

где t_α – коэффициент Стьюдента, зависящий от доверительной вероятности (определяется по таблице 3).

Таблица 3 – коэффициенты Стьюдента для **двухсторонней** критической области

n	Значение доверительной вероятности P			n	Значение доверительной вероятности P		
	90%	95%	99%		90%	95%	99%
2	6.31	12.71	63.66	12	1.80	2.2	3.11
3	2.92	4.30	9.92	13	1.78	2.18	3.08
4	2.35	3.18	5.84	14	1.77	2.16	3.11
5	2.13	2.78	4.60	15	1.76	2.14	2.98
6	2.02	2.57	4.03	16	1.75	2.13	2.95
7	1.94	2.45	3.71	17	1.75	2.12	2.92
8	1.89	2.36	3.50	18	1.74	2.11	2.90
9	1.86	2.31	3.36	19	1.73	2.10	2.88
10	1.83	2.26	3.25	20	1.73	2.09	2.86
11	1.81	2.23	3.17	∞	1,64	1,96	2,58

Строим границы, определённые неравенством, на уже построенной гистограмме распределения результатов испытания (рис. 3). Делаем заключение о сходимости результатов испытания и расчёта. Делаем заключение об истинном значении измеряемой величины.

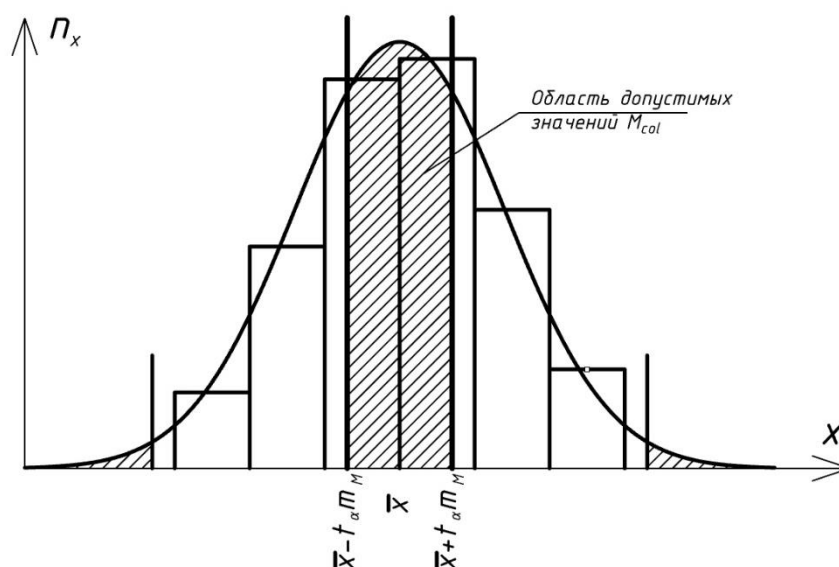


Рисунок 3 – Границы области допустимых значений M_{col}

Прикладной смысл:

- 1) Если расхождение между средним экспериментальным значением \bar{x} и значением, полученным в результате вычислений M_{col} , составляет менее $t_{\alpha} m_M$, то сходимость при заданном значении доверительной вероятности P признаётся

удовлетворительной, а среднее экспериментальное значение \bar{x} признаётся достоверным.

- 2) При неизвестном значении M_{col} , истинное значение измеряемой величины (математическое ожидание M) находится в пределах абсолютной погрешности $\pm t_{\alpha} m_M$ от среднего арифметического значения \bar{x} с доверительной вероятностью P . Значения $\pm t_{\alpha} m_M$ и P характеризуют надёжность экспериментальных данных.

Практическая работа № 4. SI. Перевод единиц на практике

Делим группу на 2 команды.

Студент из 1 команды пишет задачу по переводу единиц измерений и выбирает для решения студента из второй команды. Тот решив задачу пишет новую для студента из первой команды.

Пример задачи:

$$10 \text{ кг/дм}^2 = ? \text{ кПа.}$$

Перевод единиц измерения с любыми приставками, изученными на лекции с использованием любых десятичных множителей.

Разрешается пользоваться таблицами из второй практической работы.

Предпочтительно использование единиц давления, изгибающего момента, нагрузки, массы и расстояния – используемые в расчётах конструкций

Все студенты помогают в решении задачи и записывают в рабочие тетради примеры с решениями. Обращать внимание на правильность написания значений физических величин: Разделение перед размерностью и размер букв.

Когда ребятам поднадоест, переходим к более прикладным задачам:

- 1) Рассчитать давление кН/см² под стопами студента по его массе и площади подошвы.*
- 2) Рассчитать напряжение в балке, которое возникнет если поставить по центру студента. Использовать любую балку в аудитории. Можно предварительно её обмерять.*
- 3) Другие простые прикладные задачи, связанные с измерениями, переводом единиц измерения и расчётом конструкций.*

Практическая работа № 5. Средства измерения длины и электрических величин

Определение геометрических размеров различных объектов является одним из наиболее популярных направлений прикладной метрологии.

Для определения длин применяются различные измерительные средства. Среди которых можно выделить обыкновенную линейку (или рулетку), штангенциркуль и микрометр. Эти средства измерений имеют разную цену деления и как следствие точность измерения. Как правило:

- Рулетка или линейка – миллиметры.
- Штангенциркуль – десятые доли миллиметра.
- Микрометр – в сотые доли миллиметра.

Штангенциркуль

Штангенциркули бывают различных типов и размеров, однако объединяет их одно, их назначение: измерение внешних диаметров, толщин и длин; диаметров и глубин отверстий.

На практике инженер-строитель применяет такой прибор чаще всего для измерения толщин и диаметров металлических деталей и элементов. Нижние губки можно использовать для измерения толщин пластин, диаметров арматуры, болтов, в том числе без учёта резьбы. Верхние губки – для измерения диаметров отверстий. Глубиномер – для измерения глубин.

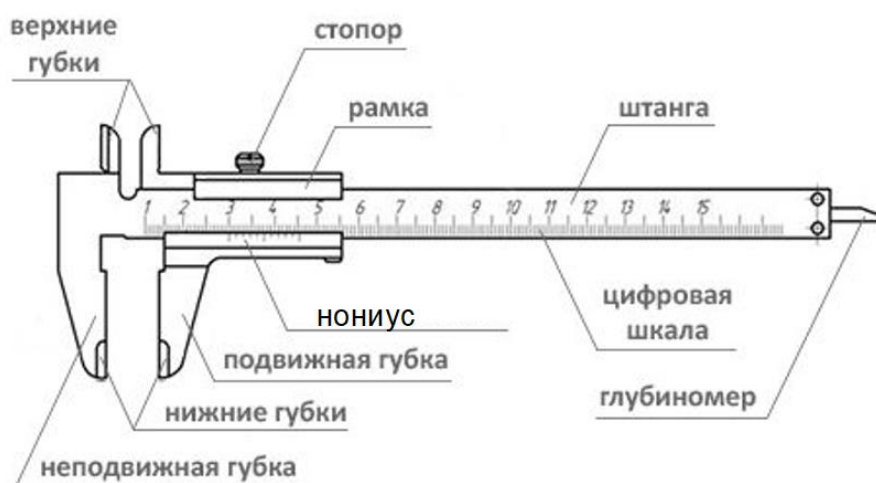


Рисунок 1 – Принципиальная схема штангенциркуля ШЦ-1

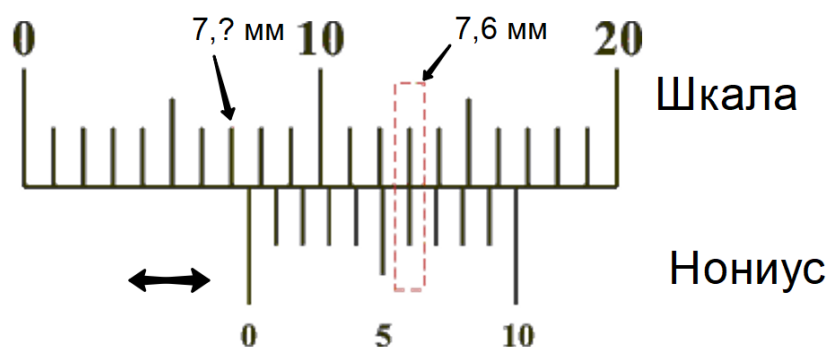


Рисунок 2 – Схема снятия показаний по нониусу. Сверху шкала прибора, снизу подвижный нониус

Отсчёт по штангенциркулю берётся по специфической подвижной шкале, называемой нониус.

Количество целых миллиметров отсчитывается по шкале штанги слева направо. Указателем служит нулевой штрих **нониуса**. Для отсчета долей миллиметра необходимо найти тот штрих нониуса, который наиболее точно совпадает с одним из штрихов основной шкалы. Совпавший штрих по нониусу покажет количество долей миллиметра.

Микрометр

Микрометры конструктивно устроены одинаково и отличаются лишь пределами измерений. В комплекте с микрометром как правило идёт эталон, который можно использовать для его настройки с выставлением шкалы на ноль. Предназначены микрометры для измерения толщин и длин.

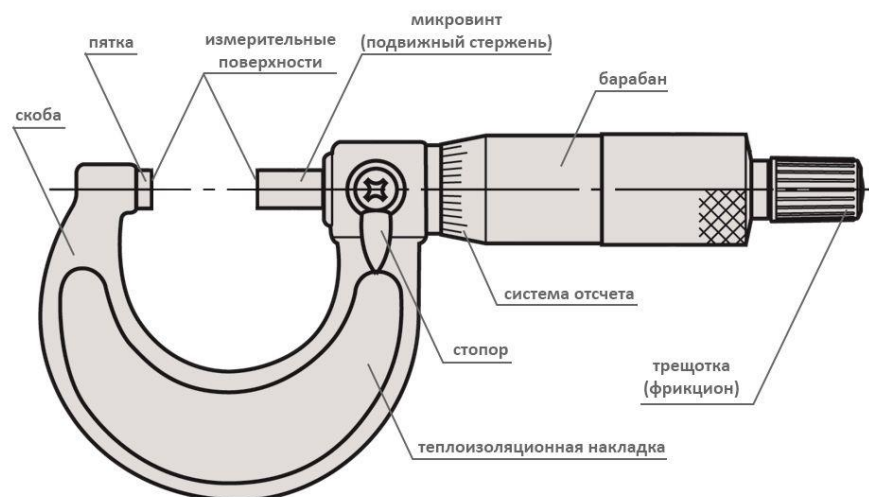


Рисунок 3 – Принципиальная схема микрометра МК-25



Рисунок 4 – Схема снятия показаний по шкалам микрометра

При измерении микрометром отсчёт берётся последовательно по двум шкалам. В начале по прямой, расположенной на стебле барабана, а затем по круговой расположенной на барабане. По прямой шкале мы снимаем длину кратную половине миллиметра, а по круговой (полный оборот ручки полмиллиметра) снимаем сотые доли миллиметра и прибавляем их к показаниям прямой шкалы.

Важно! Для того чтобы избежать пережатия микровинта, деформации и повреждения как прибора, так и объекта измерения, на конце барабана имеется специальная трещотка (фрикционная муфта). **Вращение барабана на последнем этапе зажатия производить только трещёткой.** При достижении определённого усилия зажатия эта трещотка начинает прокручиваться, не допуская чрезмерного зажатия объекта измерения.

Индикаторная скоба

Индикаторная скоба внешне может напоминать микрометр. Функциональное отличие индикаторной скобы в том, что она измеряет отклонение длины или толщины от эталонной.

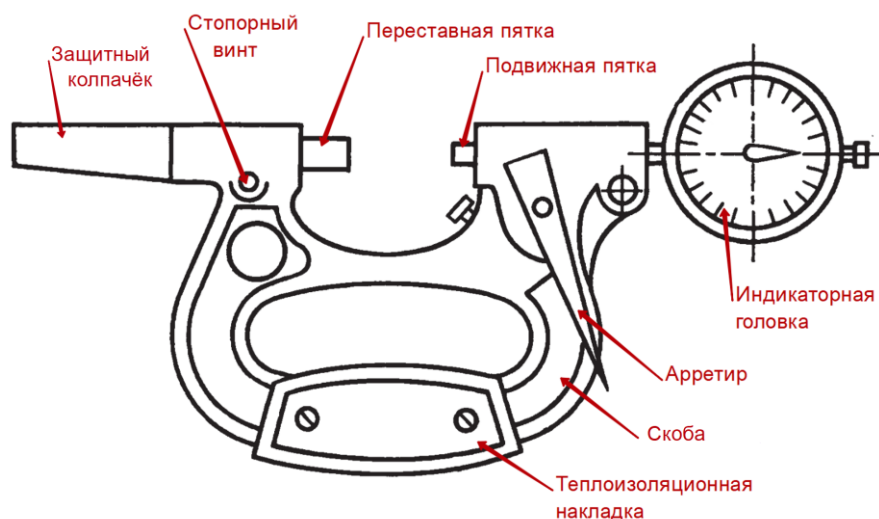


Рисунок 5 – Принципиальная схема Индикаторной скобы СИ-50

Например, нам необходимо проконтролировать расстояние между парами граней гайки М16. Это расстояние нормируется по ГОСТу составляет от 23,67 мм до 24 мм.

- Нажатием на рычаг (Арретир) – подвижная пятка погружается в корпус скобы. Помещаем концевую меру, в нашем случае 24 мм между переставной и подвижной пятками.

- Путём перемещения переставной пятки (зажимается стопорным винтом) добиваемся того, чтобы индикатор был выставлен на ноль при отпущенном Арретире.

- Нажатием на Арретир – высвобождаем концевую меру и помещаем вместо неё гайку.

- Отпускаем Арретир. Снимаем отсчёт по индикатору.

Мультиметр

Мультиметр предназначен для измерения основных электрических величин:

- Напряжение постоянного и переменного тока
- Силу постоянного тока
- Сопротивления

Дополнительно:

- Сила переменного тока
- Измерение температуры термопарой
- «Прозвонка» контактов

- Проверка транзисторов
- Проверка диодов
- Ёмкость конденсаторов
- Частота электрического сигнала



Рисунок 6 – Общий вид мультиметра, щупов и термопары

Выбор измеряемой величины производится при помощи расположенного в центре круглого переключателя.

Гнёзд для подключения щупов как правило больше двух. Для измерения конкретной величины необходимо подключать щупы к определённым гнёздам. Гнёзда имеют поясняющие подписи.

Важно! Нельзя переключать измеряемую величину во время измерения.

Важно! Нельзя превышать пределы измерения по силе тока.

Важно! При не правильном выборе измеряемой величины или гнёзд подключения существует большая вероятность вывести прибор из строя.

Практическая работа № 6. Виды и методы измерений на практике

Виды измерений		
1	Прямые	Косвенные
2	Абсолютные	Относительные
3	Совокупные	Совместные
4	Статические	Динамические
5	Однократные	Многократные
6	Технические	Метрологические

Методы измерений	
Непосредственной оценки	Сравнения с мерой
	- нулевой метод измерений
	- метод измерений замещением
	- метод измерений дополнением
	- дифференциальный метод измерений
	- метод совпадений

1) Измерение поперечного сечения арматуры

Методика: Измерение диаметра штангенциркулем, затем вычисление площади по формуле. *Измеряем диаметр в нескольких местах.*

Метод: Сравнения с мерой – метод совпадений

Вид измерения:

Косвенные

Абсолютные

Статические

Многократные

Метрологические

2) Измеряем толщину стенки между комнатой и коридором.

Методика: Измеряем три длины рулеткой: *Между станами коридора, между стенами комнаты и между дальней стеной коридора и комнаты (чертим схему). При этом показываем, что толщина стены у пола и на уровне головы разная, поэтому округляем кратно 10 мм.*

Метод: Сравнения с мерой – метод совпадений

Вид измерения:

Косвенные

Абсолютные

Совокупные

Статические
Однократные
Технические

3) Определение относительного удлинения волокон балки при изгибе.
Методика: Измеряем длину базы измерения. Снимаем показания по индикатору до и после измерения (*чертим схему*).

Метод: Непосредственной оценки

Вид измерения:

Косвенные

Относительные

Совокупные

Статические

Однократные

Метрологические

4) Измерения прогиба и ЕОД при испытании балки.

Методика: Нагружаем балки последовательно увеличивая нагрузку. При каждой ступени нагружения снимаем показания с ИДЦ и Индикатора часового типа. *Строим график зависимости ЕОД от прогибов.*

Метод: Непосредственной оценки

Вид измерения:

Прямые

Абсолютные

Совместные

Динамические

Многократные

Метрологические

5) Измерение веса на чашечных весах

Методика: Добиваемся равновесия весов нагружая одну из чаш.

Метод: Сравнения с мерой – Нулевой

Вид измерения:

Прямые

Абсолютные

Статические

Однократные

Метрологические

б) Измерение Расстояния между гранями гайки индикаторной скобой
Методика: Выставляем скобу на ноль по гайке. Затем подбираем эталон или их набор для того чтобы скоба так же показывала ноль.

Метод: Сравнения с мерой – Замещением

Вид измерения:

то же

7) Измерение толщины микрометром.

Методика: Используем микрометр с диапазоном измерения от 75 до 100 мм для измерения толщины пластины порядка 1 мм. Вместе с пластиной при измерении вставляем в микрометр эталон длиной 75 мм.

Метод: Сравнения с мерой – Дифференциальный

Вид измерения:

то же

8) Измерение Расстояния между гранями гайки индикаторной скобой

Методика: Выставляем скобу на ноль по эталону близкому к измеряемой величине. Поочерёдно вставляем грани гайки для измерения отклонения от размера эталона.

Метод: Сравнения с мерой – Замещением

Вид измерения:

то же

Виды измерений

Прямые измерения – измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных.

Косвенные измерения– измерения, при которых искомое значение находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, полученными прямыми измерениями.

Абсолютные измерения - это измерения, которые выполняются посредством непосредственного измерения основной величины.

Относительные измерения - это измерения, при которых вычисляется отношение одноимённых величин, причем числитель является сравниваемой величиной, а знаменатель - базой сравнения.

Совокупные измерения – измерения нескольких одноимённых величин, при которых искомое значение величин находят вычислением.

Совместные измерения – одновременные измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними.

Статические измерения – имеют место тогда, когда измеряемая величина постоянна.

Динамические измерения – связаны с такими величинами, которые в процессе измерений претерпевают те или иные изменения.

Однократные измерения – одно измерение одной величины.

Многократные измерения – несколько измерений одной и той же величины.

Технические измерения – это измерения, выполняемые техническими средствами измерений с заранее заданной точностью.

Метрологические измерения – это измерения, выполняемые с максимальной точностью, которую обеспечивает используемое средство измерения.

Методы измерений

- 1) **Метод непосредственной оценки** — метод измерений, при котором значение величины определяют по шкале измерительного прибора.
- 2) **Метод сравнения с мерой** — метод измерений, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.
 - а) **Нулевой метод измерений** — результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сравнения доводят до нуля.
 - б) **Метод измерений замещением** — измеряемую величину замещают мерой с известным значением величины.
 - в) **Метод измерений дополнением** — на прибор сравнения воздействует сумма размеров объекта измерения и меры.
 - г) **Дифференциальный метод измерений** — на прибор сравнения воздействует разность размеров объекта измерения и меры.
 - д) **Метод совпадений** — значение измеряемой величины определяют по совпадению сигналов, отметок или других признаков.

Практическая работа № 7. Источники погрешностей измерений

Абсолютная погрешность измерения — разность между полученным при измерении (X) и истинным (M) значениями измеряемой величины, выраженная в единицах этой величины.

Относительная погрешность — погрешность, выраженная в процентах или долях. Определяется как отношение абсолютной погрешности к истинному значению.

- 1) Испытание балки с измерением прогиба. *Обмеры балки и измерение прогиба производим с метрологической точностью*
 - *Произведём обмеры балки рулеткой, микрометром и штангенциркулем.*
 - *Измерим прогиб балки путём её нагружения.*
 - *Рассчитаем прогиб балки, приняв результат в качестве истинного значения.*
 - *Сравним истинное и измеренное значения вычислив абсолютную и относительную погрешность.*

При технических измерениях можно считать, что абсолютная погрешность не более 0,5 от величины кратно которой мы округляем.

Систематическая погрешность — остаётся постоянной или закономерно меняющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

- 2) Измерение прогиба балки прогибомером.
 - *Устанавливаем балку и прогибомер.*
 - *Проводим последовательно измерения прогиба при разной нагрузке*
 - *В определённый момент дёргаем за проволоку вызывая её проскальзывание.*
 - *Продолжаем измерения.*
 - *Разгружаем балку до одного из состояний до вмешательства и фиксируем величину систематической погрешности.*
 - *Производим корректировку части измерений по величине систематической погрешности.*

Грубые погрешности (промахи) — возникают, как правило, из-за ошибок или неправильных действий оператора, из-за кратковременных

отказов или сбоев в работе измерительных приборов и других резких изменений условий проведения измерений.

Пропал контакт на тензорезисторе – начали плавать показания.

Толкнули установку в момент измерения.

Кроме того, часто систематическую погрешность, которую не удаётся устранить становится грубой.

Случайная погрешность — составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом при серии измерений одного и того же размера физической величины, проведенных в одних и тех же условиях.

Очень хорошо проявляется при испытании кубических образцов бетона, когда бетон один, а прочность кубиков всегда разная. Обуславливается тем что структура и размер образцов немного отличаются.

Инструментальная погрешность — это погрешность применяемого средства измерения.

3) *Проводим измерение одного и того же размера разными приборами: штангенциркулями, микрометрами.*

Для наглядного понимания инструментальной погрешности сравниваем линейки, имеющиеся в группе.

Методическая погрешность — обусловлена несовершенством применяемого метода измерения.

4) *Меряем сопротивление резистора непосредственно и через ток с напряжением*

Погрешность условий — возникает из-за отклонений условий измерения от нормальных (изменение температуры, влажности, появление помех от магнитных полей и прочее).

5) *Меряем сопротивление резистора при комнатной температуре и после нагрева.*

6) *Меряем длину эталона микрометром при комнатной температуре и после нагрева.*

Субъективная погрешность (погрешность оператора) — обусловлена недостаточной квалификацией или индивидуальными особенностями оператора, выполняющего измерения, и связана с тщательностью выполнения методики измерения.

7) Просим студентов снять показания с индикатора часового типа. У всех получаются разные значения

Заключение: Любое измерение нельзя считать верным, если оно не сопровождается информацией о его точности:

- Ссылка на свидетельство о поверке или калибровке.
- Указание доверительного интервала (± 2 МПа), и доверительной вероятности (95%).

Практическая работа № 8 Средства измерений и их точность. Стандартизация

Показываем сайт tnpa.by

Показываем реестры:

*Государственный реестр национальных эталонов единиц величин
<http://www.oei.by/etalon/index>*

*Государственный реестр средств измерений
[http://www.oei.by/grsi?GrsiSearch\[grsi_status\]=1](http://www.oei.by/grsi?GrsiSearch[grsi_status]=1)*

На примере различий между результатами измерений различными приборами, рассказываем об актуальности процедуры поверки. Показываем примеры сертификатов о поверке измерительных средств, примеры клем.

Рассказываем о различиях между поверкой и калибровкой.

Приводим наглядный пример эталона прямого угла и обычного угольника.

Показываем сертификаты об аттестации организаций.

***Средства измерительной техники** – технические средства, используемые в измерениях и имеющие нормированные метрологические характеристики*

Виды средств измерительной техники

***Средства измерений** – это техническое средство, используемое при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства (диапазон измерений, чувствительность, погрешность).*

***Измерительные принадлежности** – вспомогательные средства, служащие для обеспечения необходимых условий для выполнения измерений с требуемой точностью (струбцина для прогибомера, штатив для индикатора).*

***Измерительное устройство** – устройство в котором выполняется только одна измерительная операция: воспроизведение единицы физической величины, измерительное преобразование, сравнение, вычислительные операции.*

Виды средств измерений

Мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера (гиря, линейка).

Измерительные приборы – это средства измерений, предназначенные для получения измерительной информации о величине, подлежащей измерению, в форме, удобной для восприятия наблюдателем (Прогибомеры, ондикаторы).

Измерительный преобразователь – называется средство измерений, служащее для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для дальнейшего преобразования или хранения, но не подлежащей непосредственному восприятию наблюдателем (тензорезистор).

Класс точности средства измерения — это нормируемая метрологическая характеристика, которая определяет предельную допускаемую погрешность измерения, указывается в паспорте к средству измерения.

Если средству измерения присвоен какой-то класс точности (описываемый определённой погрешностью), это значит, что средство измерений не превышает эту погрешность, но при этом наверняка позволяет производить измерение с меньшей погрешностью.

Стальная лента.		
Погрешность измерений		
Длина (м)	Класс I (мм)	Класс II (мм)
2	± 0.3	± 0.7
3	± 0.4	± 0.9
5	± 0.6	± 1.3
8	± 0.9	± 1.9
10	± 1.1	± 2.3
15	± 1.6	± 3.3
20	± 2.1	± 4.3
25	± 2.6	± 5.3
30	± 3.1	± 6.3
50	± 5.1	± 10.3
100	± 10.1	± 20.3

Эталон единицы величины - техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины. Не предназначены для проведения измерений.

РАЗДЕТ III. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

Глава 1. Лекционные занятия. Метрология

- 1) Теоретическая, законодательная и прикладная метрология. Взаимосвязь метрологии, стандартизации и сертификации. Дать определения, привести примеры.
- 2) Физические величины: значение, размер, размерность. Истинное, действительное, измеренное значения измеренной величины. Дать определения, привести примеры.
- 3) Система SI: наименования, построения и обозначения единиц измерения. Системные и внесистемные единицы. Основные и производные единицы. Кратные и дольные единицы. Дать определения, привести примеры.
- 4) Измерение и его результат. Виды измерений: прямые и косвенные, абсолютные и относительные, совокупные и совместные. Дать определения, привести примеры.
- 5) Измерение и его результат. Виды измерений: статические и динамические, однократные и многократные, технические и метрологические. Дать определения, привести примеры.
- 6) Принцип измерений. Метод и методика измерений. Метод непосредственной оценки и пять методов сравнения с мерой: нулевой, замещением, дополнением, дифференциальный, совпадений. Дать определения, привести примеры.
- 7) Погрешности измерений: абсолютные и относительные. Систематические, грубые и случайные. Дать определения, привести примеры.
- 8) Погрешности измерений: инструментальные и методические. Погрешность условий и субъективная. Дать определения, привести примеры.
- 9) Методы выявления погрешностей: аналитический, экспериментальный и смешанный. Три вида реализации экспериментального метода. Методы исключения систематических, грубых и случайных погрешностей. Дать определения, привести примеры.

- 10) Порядок математической обработки результатов измерений на базе теории погрешностей. Формы представления результатов измерений, чем они сопровождаются?
- 11) Средства измерительной техники: средства измерений, измерительные принадлежности и измерительные устройства. Средства измерений: Мера, Измерительный прибор, Измерительный преобразователь. Дать определения, привести примеры.
- 12) Метрологические характеристики и классы точности средств измерений. Дать определения, привести примеры.
- 13) Система обеспечения единства измерений РФ. Государственная метрологическая служба, зачем она нужна и как функционирует?
- 14) Метрологический контроль: Поверка и калибровка. Виды поверок: первичная, периодическая, внеочередная, инспекционная, экспертная. Дать определения, привести примеры.
- 15) Эталоны: Эталон-копия, Эталон сравнения, Эталон-свидетель, Рабочий эталон. Сличение и содержание эталонов. Образцовое средство измерения. Метрологическая прослеживаемость,

Глава 2. Лекционные занятия. Стандартизация

- 1) Стандартизация: Субъекты и объекты стандартизации, её цели. Принципы технического нормирования и стандартизации. Знаки соответствия стандартам. Дать определения, привести примеры.
- 2) Уровни стандартизации: Международная, Региональная, Межгосударственная и Национальная. Стандарт организации. ВІМ-стандарт в строительстве и его элементы. Дать определения, привести примеры.
- 3) Что такое ТНПА? Их виды ТР, ТКП, СНБ, СПБ, ГОСТ, СТБ, ТУ. Дать определения. В чём между ними разница.
- 4) Оценка соответствия, её цели и принципы. Объекты оценки соответствия. Основные формы оценки соответствия: Сертификация, Декларирование
- 5) Прочие формы оценки соответствия: Экспертиза. Приёмка в эксплуатацию, Промежуточная приёмка, Производственный контроль, Текущий контроль состояния. Входной контроль материалов и их испытание. Цели, принципы и задачи испытания.

Глава 3. Лекционные занятия. Управление качеством

- 1) Система менеджмента качества, зачем они нужны и как появились?
Стандарты серии ISO 9000. Принципы менеджмента качества: Ориентация на потребителя, Лидерство, Процессный подход, Улучшения, Решения на основе свидетельств, Менеджмент взаимоотношений.
- 2) Контроль качества продукции и услуг, три уровня контроля.
Квалиметрические методы: Инструментальный, Расчётный, Статистический и Органолептический: Экспертный и Социальный

Глава 4. Практические занятия

- 1) Для чего применяется и как работает: Тензомер Гугенбергера, Индикатор часового типа? (принципиально изобразить средства измерения)
- 2) Для чего применяется и как работает: Тензорезистор (электрический тензомер), Прогибомер Аистова? (принципиально изобразить средства измерения)
- 3) Для чего применяется и как работает: Прогибомер Максимова, Клинометр Айсрова (принципиально изобразить средства измерения)
- 4) С какой целью и как необходимо производить статистическую обработку экспериментальных данных?
- 5) Что характеризуют среднеквадратическое отклонение и ошибка среднего арифметического?
- 6) Для чего применяется и как используется: Рулетка, Штангенциркуль, Микрометр (принципиально изобразить средства измерения). Как отличается их точность измерений?
- 7) Для чего применяется и как используется Мультиметр (принципиально изобразить средство измерения), какие электрические величины им можно измерять?

РАЗДЕТ IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ

В результате освоения курса «Метрология, стандартизация и управление качеством» студент должен:

знать:

- теоретические основы измерительного контроля параметров;
- структуру международных и национальных стандартов качества;
- методику оценки уровня качества;
- порядок проведения и правила сертификации;

уметь:

- осуществлять анализ и оценку уровня качества продукции предприятия;
- организовывать проведение работ по сертификации систем качества;
- применять методы планирования, учета и анализа затрат на качество и сертификацию продукции;

владеть:

- методологией обеспечения взаимозаменяемости и нормирования точности при изготовлении продукции;
- методологией проведения работ по сертификации.

Рабочая программа

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	5 семестр							
I.	Глава I. Метрология.							
1.1	Введение. Метрология – наука об измерениях	1						
1.2	Физические величины, единицы и системы единиц физических величин	2	2					

1.3	Виды и методы измерений	1	2					
1.4	Основы теории погрешностей	2	2					
1.5	Средства измерительной техники	1	2					
1.6	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь	1	2					
1.7	Эталоны	1						
II.	Глава II. Стандартизация.							
2.1	Стандартизация как система упорядочения и нормирования объектов	1	2					
2.2	Технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации и требования к ним	2	2					
2.3	Оценка соответствия. Основные понятия	1	2					
	Глава III. Управление качеством.							
3.1	Эволюция систем менеджмента	1						
3.2	Оценка уровня качества продукции	2	2					
	Итого за семестр	16	18					зачет
	Всего аудиторных часов	34						