

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Вологодский государственный университет»

(ВоГУ)

Машиностроительный техникум

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ  
И СЕРТИФИКАЦИЯ**

Методические указания к выполнению практической работы по теме:

«Измерение и физические величины»

Специальность 15.02.08 «Технология машиностроения».

Специальность 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация  
промышленного оборудования (по отраслям)».

Специальность 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт  
автомобильного транспорта».

Специальность 09.02.04 «Информационные системы (по отраслям).

Специальность 38.02.04.«Коммерция (по отраслям)».

Вологда

2014

**Метрология, стандартизация и сертификация:** методические указания к выполнению практической работы по теме: «Измерение и физические величины». Вологда: ВоГУ, 2014. – 14 с.

Методические указания подготовлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта и содержат необходимый теоретический материал, справочные данные, требования по оформлению практической работы.

Методические указания предназначены для студентов машиностроительного техникума очной формы обучения по специальностям 15.02.08 «Технология машиностроения», 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)», 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта», 09.02.04 «Информационные системы (по отраслям), 38.02.04 «Коммерция (по отраслям)».

Утверждено редакционно – издательским советом ВоГУ.

Составитель Т. Д. Рослякова, преподаватель.

Рецензент Е.Б. Сидорова, зам. директора по учебной работе.

## ВВЕДЕНИЕ

Практическая работа выполняется студентами машиностроительного техникума очной формы обучения при реализации учебной дисциплины «Метрология, стандартизация сертификация». Метрология как учение об измерениях в значительной степени определяет темпы технического прогресса, причем роль ее постоянно возрастает с увеличением объема и значимости измерительной информации.

Основной целью выполнения практической работы является закрепление знаний, полученных студентами при изучении темы «Измерение и физические величины». Результаты измерений – это знания о состоянии объекта и свойствах явлений. Чем точнее эти знания, тем правильнее вывод и принимаемые решения, тем меньше вероятность ошибок и появления дефектов.

### 1 ОФОРМЛЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Практическая работа выполняется на листах формата А4 и оформляется в соответствии с Методическими рекомендациями по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых проектов/работ для очной, очно – заочной (вечерней) и заочной форм обучения, утверждённые приказом ректора Вологодского государственного университета от 14.02.2014 №01 – 69.

Практическая работа включает в себя:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Задания (исходные данные).
5. Содержание работы.
6. Вывод.
7. Ответы на контрольные вопросы.

## 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Тема: «Измерение и физические величины».

Цель:

- ознакомиться с внесистемными единицами измерения, используемыми в РФ и в других странах;
- сформировать умения перевода внесистемных единиц измерения в единицы Международной системы единиц СИ.

### 2.1 Теоретические положения

Измерением называют совокупность действий, выполняемых с помощью специальных средств, с целью нахождения численных значений измеряемой величины в принятых единицах измерения. С помощью измерения сопоставляют измеряемую величину с единицей измерения.

Объектом измерений являются физические величины.

Физическая величина (ФВ) – одно из свойств физического объекта (явления, процесса), которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов, отличаясь при этом количественным значением. Например, свойство «прочность» в качественном отношении характеризует такие материалы, как, сталь, дерево, ткань, стекло и многие другие, в то время как количественное значение прочности – величина для каждого из них совершенно разная.

Единица физической величины – это физическая величина, которой присвоено числовое значение, равное единице.

Физические величины делятся на основные и производные.

Основные физические величины входят в систему величин и не зависят друг от друга. Они используются для установления связей с другими физическими величинами.

Производные физические величины входят в систему величин и определяются через уравнения, связывающие их с основными физическими величинами. Например, площадь, объём, скорость.

Основным физическим величинам соответствуют основные единицы измерений, а производным – производные единицы измерений.

Совокупность основных и производных единиц называют системой единиц СИ.

В настоящее время широкое распространение получила Международная система единиц СИ. В нашей стране Международная система единиц СИ была введена с 01.01.1980 г. стандартом СТ СЭВ 1052 – 78 «Метрология. Единицы физических величин». Основные единицы системы СИ указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Основные единицы системы СИ (ГОСТ 8.417 – 2002)

Наименование физических величин		Единица		
наименование	условное обозначение	наименование	обозначение	
			международное	русское
<b>Основные</b>				
Длина	L	метр	M	м
Масса	M	килограмм	Rg	кг
Время	T	секунда	S	с
Сила электрического тока	I	ампер	A	A
Термодинамическая температура	Q	кельвин	K	K
Количество вещества	N	моль	mol	моль
Сила света	J	кандела	rd	кд

Пример определения основных единиц:

- единица длины – метр (м), равен длине пути, которую проходит свет в вакууме за  $1/299792458$  долю секунды;

- единица массы – килограмм (кг), равен массе международного прототипа килограмма, представляющего собой цилиндр из сплава платины и иридия;

- единица времени – секунда (с) - время, равное 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 и т. д.

В системе СИ есть две дополнительные единицы для измерения плоского и телесного углов – радиан истерадиан,указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Дополнительные единицы СИ (ГОСТ 8.417 – 2002)

Наименование величины	Единица			Определение
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
Плоский угол	радиан	rad	рад	Радан есть угол между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу
Телесный угол	стерадиан	sr	ср	Стерадиан есть телесный угол с вершиной в центре сферы, вырезающий на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы

В Международной системе единиц СИ для выражения больших или малых значений ФВ приняты кратные и дольные единицы, которые получаются при умножении исходных единиц на число 10 в соответствующей положительной (для кратных единиц) или отрицательной (для дольных единиц) степени от  $10^{18}$  до  $10^{-18}$ . Кратные и дольные единицы обозначаются путём присоединения к размерности исходной единицы соответствующих приставок:

$10^6$  – мега (М),  $10^3$  – кило (к),  $10^2$  – гекто (г),  $10^1$  – дека (да),  $10^{-1}$  – деци (д),  $10^{-2}$  – санти (с),  $10^{-3}$  – милли (м),  $10^{-6}$  – микро (мк),  $10^{-9}$  – нано (н) и др.(нано – от греч. nanos – карлик).

В системе СИ имеется также большое число производных единиц пространства и времени, физических величин в механике, электронике, акустике и т.д. Примеры производных единиц системы СИ, наименования которых образованы из наименований основных единиц, приведены в таблице 3. Используются также внесистемные единицы, например, тонна, литр, гектар, минута, сутки, диоптрия и др.

Таблица 3 - Примеры производных единиц СИ, наименования которых образованы из наименований основных единиц(ГОСТ 8.417 – 2002)

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			международное	русское
Площадь	$L^2$	квадратный метр	$m^2$	$м^2$
Объем, вместимость	$L^3$	кубический метр	$m^3$	$М^3$
Скорость	$LT^{-1}$	метр в секунду	$m/s$	$м/с$
Ускорение	$LT^{-2}$	метр на секунду в квадрате	$m/s^2$	$м/с^2$
Плотность	$L^{-3}M$	килограмм на кубический метр	$kg/m^3$	$кг/м^3$
Удельный объем	$L^3M^{-1}$	кубический метр на килограмм	$m^3/kg$	$м^3/кг$
Плотность электрического тока	$L^{-2}I$	ампер на квадратный метр	$A/m^2$	$А/м^2$
Напряженность магнитного поля	$L^{-1}I$	ампер на метр	$A/m$	$А/м$

## 2.2 Порядок выполнения работы

1. Выполнить задания в соответствии с вариантом, указанным в таблице 4;
2. Решить предлагаемые задачи;
3. Ответить на контрольные вопросы;
4. Сделать вывод.

Таблица 4 – Варианты заданий

Вариант	Задания							
	1, поз.	2	3	4	5	6	7	8
1	1,3,5,7,9	*	*		*	*		*
2	2,4,6,8,10		*	*	*		*	*
3	1,2,3,4,5,	*	*	*		*	*	
4	6,7,8,9,10	*	*	*	*			*
5	2,5,6,8,10	*		*	*		*	*
6	3,5,7,8,9	*	*	*		*	*	
7	3,4,6,7,8,	*			*	*	*	*
8	4,6,7,8,10		*	*	*	*	*	
9	1,3,4,8,9	*		*	*		*	*

10	5,6,7,8,9	*	*	*		*	*	
----	-----------	---	---	---	--	---	---	--

### 2.3 Задания

1. При заключении договора купли – продажи на поставку партии импортных товаров сторонами не было оговорено, в каких единицах измерения будет определён размер товарной партии. Каждая из договорных сторон имела в виду свои национальные единицы измерения. Рассчитать возможные убытки одной из договаривающихся сторон.

Дать рекомендации по предотвращению убытков одной из сторон. Объяснить возможные причины допущенных ошибок при заключении договора.

Перечень товаров и единицы их измерения указаны в таблице 5. Данные расчётов свести в таблицу 6.

Таблица 5 - Перечень товаров и единицы их измерения

№ п/п	Наименование товара	Размер партии	Единицы измерения		Цена за единицу измерения, в у. е.
			импортёра	экспортёра	
1	Масла и смазки	2000	килограмм	торговый фунт	5
2	Крепёжные изделия	60	центнер	короткий центнер	15
3	Абразивный порошок	1000	центнер (англ.)	короткий центнер	40
4	Щебень и гравий	100	тонна	тонна (англ.)	16
5	Чугунные болванки	200	тонна (англ.)	короткая тонна	200
6	Медикаменты	10000 шт.	2 аптекарские унции (масса одной упаковки)	2 торговые унции (масса одной упаковки)	1
7	Нефть	200	сухой баррель	нефтяной баррель	200
8	Спирт технический	10000	бушель (англ.)	бушель (англ. США)	300
9	Ткани х/б	100000	метр	Ярд	2
10	Рулон металлический	200000	метр	фут	15

Таблица 6 – Данные расчётов

Наименование товара	Размер партии импортёра, в кг	Размер партии экспортёра, в кг	Размер партии импортёра, в у.е.	Размер партии экспортёра, в у.е.	Убытки	
					в у.е.	имп./эксп

2. Три транснациональных компании предлагают услуги по морским перевозкам грузов. С какой фирмой выгоднее заключить договор на перевозку, если цены на транспортные услуги у всех компаний одинаковые, но у первой компании стоимость перевозки указана за 1 километр, у второй – за 1 милю сухопутную, у третьей – за 1 милю морскую. Рассчитать стоимость транспортных услуг каждой компании, если груз нужно перевести на расстояние 1000 км, а стоимость перевозки на единицу расстояния составляют 5 у. е. Проранжировать стоимость транспортных услуг по шкале отношений в возрастающем порядке.

3. Для удобства обозначения величины экрана телевизора или монитора используют длину его диагонали – это позволяет указать размер всего одним числом. В России, хотя принята система СИ, размер экранов по прежнему выражается в дюймах. Если на мониторе обозначено SynsMaster 2232 Rw, то первые две цифры в числовом обозначении указывают размер диагонали в дюймах. Переведите дюймы в см. Данные вычислений занести в таблицу 7.

4. Шкала Фаренгейта используется в США, Англии и некоторых других странах. Иногда в гостиницах можно встретить кондиционеры, чьи пульты дистанционного управления проградуированы в градусах Фаренгейта. На пульте установлена температура -  $77^{\circ}\text{F}$  (по Фаренгейту). Переведите её в  $^{\circ}\text{C}$  (по Цельсию). Данные вычислений занести в таблицу 7.

5. На этикетке импортного изделия нанесено обозначение: энергетическая ценность - 120 кДж. Переведите её в ккал. Данные вычислений занести в таблицу 7.

6. Лошадиная сила (обозначение л. с.) - единица измерения мощности, принятая инженером Джеймсом Ваттом. Он определил это как груз массой в 250 кг, который могла поднять лошадь на высоту 0,3 м за одну секунду, т.е.  $1 \text{ л. с.} = 75 \text{ кгм/с} = 735,5 \text{ Вт}$ . Мощность двигателя автомобиля «Жигули» равна 62 л.с. Переведите её в ватты (Вт). Данные вычислений занести в таблицу 7.

7. На муфельной печи марки ПМ – 12М, предназначенной для термической обработки металлов, керамики и других материалов

установлена температура -  $650^{\circ}\text{K}$ (по Кельвину). Переведите её в  $^{\circ}\text{C}$ (по Цельсию). Данные вычислений занести в таблицу 7.

8. В фотографии баланс белого соответствует определённой цветовой температуре. Например, баланс белого в солнечный день (или свет фотовспышки) соответствует цветовой температуре  $5500^{\circ}\text{K}$ (по Кельвину). Переведите её в  $^{\circ}\text{C}$ (по Цельсию). Данные вычислений занести в таблицу 7.

Таблица 7 - Данные вычислений

№ задания	Ответ
3	
4	
5	
6	
7	
8	

#### 2.4 Контрольные вопросы

1. В каком году Международная система единиц СИ была введена в нашей стране?

2. Что понимается под единством измерений?

3. Какие последствия могут быть при отсутствии или неправильном указании единиц измерения при заключении контрактов?

4. Привести примеры российских внесистемных единиц.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: «Измерение и физические величины».

Цель:

- ознакомиться с внесистемными единицами измерения, используемыми в РФ и в других странах;
- сформировать умения перевода внесистемных единиц измерения в единицы Международной системы единиц СИ.

Порядок выполнения работы

1. Выполнить задания в соответствии с вариантом, указанным в таблице 1;
2. Решить предлагаемые задачи;
3. Ответить на контрольные вопросы;
4. Сделать вывод.

Таблица 1 – Варианты заданий

Вариант	Задания							
	1, поз.	2	3	4	5	6	7	8
1	1,3,5,7,9	*	*		*	*		*
2	2,4,6,8,10		*	*	*		*	*
3	1,2,3,4,5,	*	*	*		*	*	
4	6,7,8,9,10	*	*	*	*			*
5	2,5,6,8,10	*		*	*		*	*
6	3,5,7,8,9	*	*	*		*	*	
7	3,4,6,7,8,	*			*	*	*	*
8	4,6,7,8,10		*	*	*	*	*	
9	1,3,4,8,9	*		*	*		*	*
10	5,6,7,8,9	*	*	*		*	*	

Задания

1. При заключении договора купли – продажи на поставку партии импортных товаров сторонами не было оговорено, в каких единицах измерения будет определён размер товарной партии. Каждая из договорных

сторон имела в виду свои национальные единицы измерения. Рассчитать возможные убытки одной из договаривающихся сторон.

Дать рекомендации по предотвращению убытков одной из сторон. Объяснить возможные причины допущенных ошибок при заключении договора.

Перечень товаров и единицы их измерения указаны в таблице 2. Данные расчётов свести в таблицу 3.

Таблица 2 - Перечень товаров и единицы их измерения

№ п/п	Наименование товара	Размер партии	Единицы измерения		Цена за единицу измерения, в у. е.
			импортёра	экспортёра	
1	Масла и смазки	2000	килограмм	торговый фунт	5
2	Крепёжные изделия	60	центнер	короткий центнер	15
3	Абразивный порошок	1000	центнер (англ.)	короткий центнер	40
4	Щебень и гравий	100	тонна	тонна (англ.)	16
5	Чугунные болванки	200	тонна (англ.)	короткая тонна	200
6	Медикаменты	10000 шт.	2 аптекарские унции (масса одной упаковки)	2 торговые унции (масса одной упаковки)	1
7	Нефть	200	сухой баррель	нефтяной баррель	200
8	Спирт технический	10000	бушель (англ.)	бушель (англ. США)	300
9	Ткани х/б	100000	метр	Ярд	2
10	Рулон металлический	200000	метр	фут	15

Таблица 3 – Данные расчётов

Наименование товара	Размер партии импортёра, в кг	Размер партии экспортёра, в кг	Размер партии импортёра, в у.е.	Размер партии экспортёра, в у.е.	Убытки	
					в у.е.	имп./эксп

2. Три транснациональные компании предлагают услуги по морским перевозкам грузов. С какой фирмой выгоднее заключить договор на перевозку, если цены на транспортные услуги у всех компаний одинаковые, но у первой компании стоимость перевозки указана за 1 километр, у второй – за 1 милю сухопутную, у третьей – за 1 милю морскую. Рассчитать стоимость транспортных услуг каждой компании, если груз нужно перевести на расстояние 1000 км, а стоимость перевозки на единицу расстояния составляют 5 у. е. Проранжировать стоимость транспортных услуг по шкале отношений в возрастающем порядке.

3. Для удобства обозначения величины экрана телевизора или монитора используют длину его диагонали – это позволяет указать размер всего одним числом. В России, хотя принята система СИ, размер экранов по прежнему выражается в дюймах. Если на мониторе обозначено SynsMaster 2232 Rw, то первые две цифры в числовом обозначении указывают размер диагонали в дюймах. Переведите дюймы в см. Данные вычислений занести в таблицу 7.

4. Шкала Фаренгейта используется в США, Англии и некоторых других странах. Иногда в гостиницах можно встретить кондиционеры, чьи пульта дистанционного управления проградуированы в градусах Фаренгейта. На табло пульта установлена температура -  $77^{\circ}\text{F}$  (по Фаренгейту). Переведите её в  $^{\circ}\text{C}$  (по Цельсию). Данные вычислений занести в таблицу 4.

5. На этикетке импортного изделия нанесено обозначение: энергетическая ценность - 120 кДж. Переведите её в ккал. Данные вычислений занести в таблицу 4.

6. Лошадиная сила (обозначение л. с.) - единица измерения мощности, принятая инженером Джеймсом Ваттом. Он определил это как груз массой в 250 кг, который могла поднять лошадь на высоту 0,3 м за одну секунду, т.е.  $1 \text{ л. с.} = 75 \text{ кгм/с} = 735,5 \text{ Вт}$ . Мощность двигателя автомобиля «Жигули» равна 62 л.с. Переведите её в ватты (Вт). Данные вычислений занести в таблицу 4.

7. На муфельной печи марки ПМ – 12М, предназначенной для термической обработки металлов, керамики и других материалов установлена температура -  $650^{\circ}\text{K}$  (по Кельвину). Переведите её в  $^{\circ}\text{C}$  (по Цельсию). Данные вычислений занести в таблицу 4.

8. В фотографии баланс белого соответствует определённой цветовой температуре. Например, баланс белого в солнечный день (или свет фотовспышки) соответствует цветовой температуре  $5500^{\circ}\text{K}$  (по Кельвину). Переведите её в  $^{\circ}\text{C}$  (по Цельсию). Данные вычислений занести в таблицу 4.

Таблица 4 - Данные вычислений

№ задания	Ответ
3	
4	
5	
6	
7	
8	

#### Контрольные вопросы

1. В каком году Международная система единиц СИ была введена в нашей стране?
2. Что понимается под единством измерений?
3. Какие последствия могут быть при отсутствии или неправильном указании единиц измерения при заключении контрактов?
4. Привести примеры российских внесистемных единиц.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Метрология, стандартизация, сертификация на транспорте: учебник для студ. сред.проф. образования / [И.А. Иванов, С.В. Урушев, А.А.

Воробьёв, Д.П. Кононов]. – М.: Академия, 2009. – 336 с.: ил., табл.

2. Метрология, стандартизация, сертификация в машиностроении: учебник для студ. учреждений сред.проф. образования / [С.А. Зайцев, А.Н.

Толстов, Д.Д. Грибанов, А. Д. Куранов]. – М.: Академия, 2009. – 288 с.: ил., табл.

Нормативные документы:

ГОСТ 8. 417 – 2002. ГСИ. Единицы величин. [Текст]. – Введ. 2003-09-01. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 31 с.: табл.

Интернет-ресурсы:

К1 Библиотека ГОСТов и нормативных документов.[Электронный ресурс]: список ГОСТов. – Режим доступа: <http://libgost.ru/4.php?cc=001.021.100>

## ПРИЛОЖЕНИЕ (справочное)

Внесистемные единицы, используемые в РФ и в других странах

Единицы длины:

1 миля морская = 1852 м;

1 миля сухопутная = 1609,344 м;

1 кабельтов = 185,2 м;

1 фут = 0,3048 м;

1 ярд = 0,9144 м;

1 дюйм = 0,0254 м.

Единицы массы:

1 тонна = 1000 кг;

1 тонна англ. – 1016,05 кг;

1 тонна короткая англ. = 907,185 кг;

1 центнер = 100 кг;

1 центнер англ. = 50,8023 кг;

1 центнер короткий, англ. = 45,3592 кг;

1 унция аптекарская =  $31,1035 \times 10^{-3}$  кг;

1 унция торговая =  $28,3495 \times 10^{-3}$  кг;

1 фунт торговый = 0,45359237 кг;

1 фунт русский = 0,40951241 кг.

Единицы объёма:

1 литр =  $1 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ ;

1 баррель (для), англ. =  $0,16365 \text{ м}^3$ ;

1 баррель нефтяной (США) = 0,158988 м<sup>3</sup>;

1 баррель сухой (США) = 0,115628 м<sup>3</sup>;

1 бушель, англ. = 3,63687×10<sup>-2</sup> м<sup>3</sup>;

1 бушель (США) 3,52393×10<sup>-2</sup> м<sup>3</sup>.

Единица количества теплоты:

1 кал= 4,1868 Дж.

Единицы температуры:

$$t^{\circ}\text{C} = t^{\circ}\text{K} - 273^{\circ}.$$

$$t^{\circ}\text{C} = 5/9 \times (t^{\circ}\text{F} - 32).$$

Единица мощности

1 л. с.= 735,5 Вт.

## ПРИЛОЖЕНИЕ (справочное)

Внесистемные единицы, используемые в РФ и в других странах

Единицы длины:

1 миля морская =

1 миля сухопутная =

1 кабельтов =

1 фут =

1 ярд =

1 дюйм =

Единицы массы:

1 тонна =

1 тонна англ. =

1 тонна короткая англ. =

1 центнер =

1 центнер англ. =

1 центнер короткий англ. =

1 унция аптекарская =

1 унция торговая =

1 фунт торговый =

1 фунт русский =

Единицы объёма:

1 литр =

1 баррель англ. =

1 баррель нефтяной (США) =

1 баррель сухой (США) =

1 бушель, англ. =

1 бушель (США) =

Единица количества теплоты:

1 кал =

Единицы температуры:

$t^{\circ}\text{C} =$

$t^{\circ}\text{C} =$

Единица мощности

1 л. с. =

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОФОРМЛЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	3
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА	4
2. 1 Теоретические положения	4
2. 2 Порядок выполнения работы	7
2. 3 Задания	8
2. 4 Контрольные вопросы	10
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	11
ПРИЛОЖЕНИЕ	12