

Лабораторная работа № 1

Тема: ПЕРЕВОД НАЦИОНАЛЬНЫХ НЕМЕТРИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ В ЕДИНИЦЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ СИ.

Цель работы: Научиться определять соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистем-ными.

Материалы для выполнения работы: ГОСТ 8.417-2002 — единицы физических величин.

Описание практической работы:

Общие теоретические сведения.

Основы метрологии.

Метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Физическая величина (ФВ) - характеристика одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общая в качественном отношении по многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальна для каждого объекта.

Значение физической величины - оценка ее размера в виде некоторого числа по принятой для нее шкале.

Единица физической величины - ФВ фиксированного размера, которой условно присвоено значение равное единице и применяемая для количественного выражения однородных ФВ.

Различают основные, производные, кратные, дольные, когерентные (СИ), системные и внесистемные единицы.

Международная система единиц физических величин.

Совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется *системой единиц физических величин*. Единица основной ФВ является *основной единицей* данной системы. В Российской Федерации используется система единиц СИ, введенная ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы физических величин». В качестве основных единиц приняты метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль и канделла (табл.12).

Производная единица - это единица производной ФВ системы единиц, образованная в соответствии с уравнениями, связывающими ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными. Некоторые производные единицы системы СИ, имеющие собственное название, приведены в табл. 13.

Основные единицы физических величин системы СИ.

Величина			Единица		
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение	
	Размерность	Рекомендуемое		русское	международное
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	I	ампер	A	A
Термодинамическая	O	T	кельвин	K	K

температура					
Количество вещества	N	n, v	моль	моль	mol
Сила света	J	J	канделла	кд	cd

Таблица 12

Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название.

Таблица 13.

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через ед.СИ
Частота	T^{-1}	герц	Гц	c^{-1}
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$M * K T * c^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$M^{-1} * K T * c^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$M^2 * K T * c^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$M^2 * K T * c^{-3}$
Количество электричества	$T I$	кулон	Кл	$c * A$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$M^2 * K T * c^{-3} * A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	ф	$M^{-2} * K T^{-1} * c^4 * A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$M^2 * K T * c^{-3} * A^{-2}$
Магнитная индукция	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$K T * c^{-2} * A^{-1}$

Для установления производной единицы следует:

- выбрать ФВ, единицы которых принимаются в качестве основных;
- установить размер этих единиц;
- выбрать определяющее уравнение, связывающее величины, измеряемые основными единицами, с величиной, для которой устанавливается производная единица. При этом символы всех величин, входящих в определяющее уравнение, должны рассматриваться не как сами величины, а как их именованные числовые значения;

Все основные, производные, кратные и дольные единицы являются системными. *Внесистемная единица* - это единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем единиц. Внесистемные единицы по отношению к единицам СИ разделяют на 4 вида:

- допускаемые наравне с единицами СИ, например: единицы массы - тонна; плоского угла - градус, минута, секунда; объема - литр и др. Некоторые внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ, приведены в табл. 14.

Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ. Таблица 14.

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна	т	10^3 кг
Время	минута	мин	60 с
	час	ч	3600 с
	сутки	сут	86400 с
Объем	литр	л	$10^{-3} M^3$
Площадь	гектар	га	$10^4 M^2$

- допускаемые к применению в специальных областях, например: астрономическая единица, парсек, световой год - единицы длины в астрономии; диоптрия - единица оптической силы в оптике; электрон-вольт - единица энергии в физике и т.д.
- временно допускаемые к применению наравне с единицами СИ, например: морская миля- в морской навигации; карат - единица массы в ювелирном деле и др. Эти единицы должны изыматься из употребления в соответствии с международными соглашениями;
- изъятые из употребления, например; миллиметр ртутного столба –единица давления; лошадиная сила - единица мощности и некоторые другие.

Различают кратные и дольные единицы ФВ. *Кратная единица*- это единица ФВ, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицу. Например, единица длины - километр равна 10 м, т.е. кратная метру. *Дольная единица* - единица ФВ, значение которой в целое число раз меньше системой или внесистемной единицы. Например, единица длины миллиметр равна 10⁻³ м, т.е. является дольной. Приставки для образования кратных и дольных единиц СИ приведены в табл.15.

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований.

Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение
10 ¹⁸	экса	Э	10 ⁻¹	деци	d
10 ¹⁵	пета	П	10 ⁻²	санتي	с
10 ¹²	тера	Т	10 ⁻³	милли	м
10 ⁹	гига	Г	10 ⁻⁶	микро	мк
10 ⁶	мега	М	10 ⁻⁹	нано	н
10 ³	кило	к	10 ⁻¹²	пико	п
10 ²	гекто	г	10 ⁻¹⁵	фемто	ф
10 ¹	дека	да	10 ⁻¹⁸	атто	а

Существует соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными

Таблица 16

№ п.п	Величины	Единицы измерения в СИ	Соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными.
1.	Длина	м	1мкм = 10 ⁻⁶ м
2.	Масса	кг	1т = 1000 кг 1ц = 100 кг
3.	Температура	К	0 = (t °C + 273,15) К
4.	Вес (сила тяжести)	Н	1кг = 9,81Н 1дин = 10 ⁻⁵ Н
5.	Давление	Па	1бар = 10 ⁵ Па 1мбар = 100 Па 1дин /см ² = 1мкбар = 0,1 Па 1кгс /см ² = 1 ат = 9,81х10 ⁴ Па = 735 мм.рт.ст. 1 кгс / м ² = 9,81 Па 1 мм.вод.ст. = 9,81 Па 1 мм.рт.ст. = 133,3 Па
6.	Мощность	Вт	1 кгс × м / с = 9,81 Вт 1 эрг / с = 10 ⁻⁷ Вт 1ккал/ч = 1,163Вт
7.	Объем	м ³	1 л = 10 ⁻³ м ³ = 1 дм ³
8.	Плотность	кг / м ³	1 т / м ³ = 1 кг / дм ³ = 1 г / см ³ = 10 ³ кг / м ³ 1 кгс × с ² / м ⁴ = 9,81 кг / м ³
9.	Работа, энергия, количество теплоты	Дж	1 кгс × м = 9,81 Дж 1 эрг = 10 ⁻⁷ Дж 1 кВт × ч = 3,6 × 10 ⁶ Дж = 4,19 кДж

ЗАДАНИЕ:

Выразить в соответствующих единицах значения физических величин (повариантное задание по таблице 17).

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с единицами физических величин и их размерностью по ГОСТ 8.417-2002 или по методическому указанию.

Оформить заголовочную часть практической работы и выполнить задание .

2. Перечертить задание по своему варианту (см. таблицу 16) в форме таблицы. Используя таблицы 11-15 данного пособия, выразить в соответствующих единицах заданные величины.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение метрологии.
2. Продолжите: физическая величина...
значение физической величины...
единица физической величины...
3. Перечислите основные единицы Международной системы СИ.
4. Приведите примеры производных единиц СИ.
5. Выразить 1м в км, Мм, мм, дм.
6. Выразить 1 мм. рт. ст. в Па.

ВЫРАЗИТЬ В СООТВЕТСТВУЮЩИХ ЕДИНИЦАХ.

Таблица 17

Варианты заданий.					
1,7, 13, 19		2,8, 14, 20		3, 9, 15, 21	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10м	мкм	100м	мм	100см	м
100кг	т	100кг	ц	100кг	г
37 °С	Θ =	32 °С	Θ =	25 °С	Θ =
250К	°С	450К	°С	210 К	°С
10Па	бар	10Па	Мбар	10Па	дин/см ²
100Па	мм.рт.ст.	100Па	кгс/см ²	100Па	мм.вод.ст.
1000 мм.рт.ст.	мбар	1000 мм.рт.ст.	Па	1000 мм.рт.ст.	кгс/см ²
10 Н	кг	10 Н	дин	10 Н	г
10Вт	ккал/ч	10Вт	эрг/с	10Вт	кгс*м/с
10Дж	ккал	10Дж	кВт*ч	10Дж	эрг
0,1л	см ³	0,1л	дм ³	0,1л	м ³
0,1 м/с	м/ч	0,1 м/с	км/с	0,1 м/с	км/ч
10 А	ГА	10 А	кА	10 А	МА
100Вт	МВт	100Вт	сВт	100Вт	дВт
1 кг / м ³	кг/дм ³	1 кг / м ³	г/см ³	1 кг / м ³	г/м ³
Варианты заданий.					
4, 10,16, 22		5, 11, 17, 23		6,12,18, 24	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
1Мм	м	10мкм	м	100мм	м
10т	кг	100ц	т	100г	кг
48 °С	Θ =	53 °С	Θ =	70 °С	Θ =
375К	°С	273К	°С	300К	°С
10Па	ат	10Па	мм.рт.ст.	10Па	мбар
100Па	кгс/м ²	100Па	мкбар	100Па	дин/м ²
1000 мм.рт.ст.	дин/см ²	1000 мм.рт.ст.	ат	1000 мм.рт.ст.	кгс/м ²
10 Н	дг	10 Н	сг	10 Н	дин
1Вт	ккал/ч	1Вт	кгс*м/с	1Вт	эрг/с
1Дж	ккал	1Дж	кВт*ч	1Дж	эрг
0,01л	см ³	0,01л	дм ³	0,01л	м ³
0,1 м/с	м/мин	0,1 м/с	км/мин	0,01 м/с	км/ч
0,1 А	гА	0,1 А	сА	0,1 А	МА
1Вт	МВт	1Вт	сВт	1Вт	дВт
1 кг / м ³	кг/дм ³	1 кг / м ³	г/см ³	1 кг / м ³	мг/ м ³

Ответы к заданию. ВЫРАЗИТЬ В СООТВЕТСТВУЮЩИХ ЕДИНИЦАХ.

Таблица 17а

Варианты заданий.					
1,7, 13, 19		2,8, 14, 20		3, 9, 15, 21	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10м	10^7 мкм	100м	10^5 мм	100см	1м
100кг	0,1т	100кг	1,0 ц	100кг	10^5 г
37°C	$\Theta = 310,15\text{K}$	32°C	$\Theta = 305,15\text{K}$	25°C	$\Theta = 298,15\text{K}$
250К	$t = - 23,15^\circ\text{C}$	450К	$t = 176,85^\circ\text{C}$	210 К	$t = - 63,15^\circ\text{C}$
10Па	10^{-4} бар	10Па	10^{-10} Мбар	10Па	10^2 дин/см ²
100Па	0,75 мм.рт.ст.	100Па	$1,02 \times 10^{-3}$ кгс/см ²	100Па	10,2 мм.вод.ст.
1000 мм.рт.ст.	$0,13 \times 10^4$ мбар	1000 мм.рт.ст.	$1,333 \times 10^5$ Па	1000 мм.рт.ст.	1,36 кгс/см ²
10 Н	1,02кг	10 Н	10^6 дин	10 Н	$1,02 \times 10^3$ г
10Вт	8,6 ккал/ч	10Вт	10^8 эрг/с	10Вт	1,02 кгс*м/с
10Дж	$2,4 \times 10^3$ ккал	10Дж	$2,8 \times 10^6$ кВт*ч	10Дж	10^8 эрг
0,1л	100 см^3	0,1л	$0,1 \text{ дм}^3$	0,1л	$0,1 \times 10^{-3} \text{ м}^3$
0,1 м/с	360 м/ч	0,1 м/с	0,0001км/с	0,1 м/с	$3,6 \times 10^6$ км/ч
10 А	10^{-8} ГА	10 А	0,01кА	10 А	10^{-5} МА
100Вт	10^{-4} МВт	100Вт	10^4 сВт	100Вт	10^3 дВт
$1 \text{ кг} / \text{ м}^3$	$10^{-4} \text{ кг} / \text{ дм}^3$	$1 \text{ кг} / \text{ м}^3$	$10^{-4} \text{ г} / \text{ см}^3$	$1 \text{ кг} / \text{ м}^3$	$10^3 \text{ г} / \text{ м}^3$
Варианты заданий.					
4, 10,16, 22		5, 11, 17, 23		6,12,18, 24	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
1Мм	10^6 м	10мкм	10^{-5} м	100мм	0,1м
10т	10^4 кг	100ц	10 т	100г	0,1 кг
48°C	$\Theta = 321,15\text{K}$	53°C	$\Theta = 326,15\text{K}$	70°C	$\Theta = 343,15\text{K}$
375К	$t = 101,85^\circ\text{C}$	273К	$t = - 0,15^\circ\text{C}$	300К	$t = 26,85^\circ\text{C}$
10Па	$1,02 \times 10^{-3}$ ат	10Па	$7,5 \times 10^{-2}$ мм.рт.ст.	10Па	0,1 мбар
100Па	$10,2 \text{ кгс} / \text{ м}^2$	100Па	10^3 мкбар	100Па	10^7 дин/м ²
1000 мм.рт.ст.	$1,335 \times 10^6$ дин/см ²	1000 мм.рт.ст.	1,36 ат	1000 мм.рт.ст.	$1,36 \times 10^4$ кгс/м ²
10 Н	$1,02 \times 10^2$ дг	10 Н	10,2сг	10 Н	10^6 дин
1Вт	0,86 ккал/ч	1Вт	0,1кгс*м/с	1Вт	10^7 эрг/с
1Дж	$0,24 \times 10^3$ ккал	1Дж	$2,8 \times 10^5$ кВт*ч	1Дж	10^7 эрг
0,01л	10 см^3	0,01л	$0,01 \text{ дм}^3$	0,01л	$0,1 \times 10^{-4} \text{ м}^3$
0,1 м/с	6 м/мин	0,1 м/с	$0,6 \times 10^{-4}$ км/мин	0,01 м/с	0,036 км/ч
0,1 А	0.001 ГА	0,1 А	10 сА	0,1 А	10^{-7} МА
1Вт	10^3 МВт	1Вт	100 сВт	1Вт	10 дВт
$1 \text{ кг} / \text{ м}^3$	$10^{-3} \text{ кг} / \text{ дм}^3$	$1 \text{ кг} / \text{ м}^3$	$10^{-3} \text{ г} / \text{ см}^3$	$1 \text{ кг} / \text{ м}^3$	$10^6 \text{ мг} / \text{ м}^3$