

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»



*Семинары по дисциплине
«Введение в специальность»
для 1 курса бакалавриата*

*Липатова Мария Дмитриевна
преподаватель кафедры
Измерительные информационные системы и технологии*



Система единиц величин СГС.

Основными единицами СГС являются:

- единица длины – сантиметр (см),
- единица массы – грамм (г),
- единица времени – секунда (с).

Система единиц величин СГС была введена в 1881 году на I Международном конгрессе электриков

Семинар 5. Система единиц величин СГС и МКГСС



Примеры производных единиц механических величин СГС			
Величина	Единица величины	Обозначение единицы величины	
		Русское	Международ.
Площадь	квадратный сантиметр	см ²	cm ²
Объем	кубический сантиметр	см ³	cm ³
Скорость	сантиметр в секунду	см/с	cm/s
Ускорение	сантиметр на секунду в квадрате	см/с ²	cm/s ²
Плотность	грамм на кубический сантиметр	г/см ³	g/cm ³
Удельный объем	кубический сантиметр на грамм	см ³ /г	cm ³ /g
Сила	дина	дин	dyn
Работа	эрг	эрг	erg
Мощность	эрг в секунду	эрг/с	erg/s
Давление	дина на квадратный сантиметр	дин/см ²	dyn/cm ²
Кинематическая вязкость	стокс	Ст	St
Динамическая вязкость	пуаз	П	P



Дина – сила, которая массе 1г сообщает ускорение $1\text{см}/\text{с}^2$. Получим соотношение между единицами силы в системах СГС и СИ.

По II закону Ньютона представим силу следующим образом:

$$\text{Сила} = \text{Масса} \cdot \text{Ускорение} = \text{Масса} \cdot \frac{\text{Скорость}}{\text{Время}} = \text{Масса} \cdot \frac{\text{Длина}}{\text{Время}^2}$$

Перейдем к основным единицам СГС:

$$1 \text{ дин} = 1\text{г} \cdot 1\text{см}/\text{с}^2 = 1\text{г} \cdot \frac{1\text{см}/\text{с}}{1\text{с}} = 1\text{г} \cdot \frac{1\text{см}}{(1\text{с})^2}$$



Единицы СГС могут быть заменены единицами СИ в выражении для дины:

$$1 \text{ дин} = 1 \text{ г} \cdot \frac{1 \text{ см}}{(1 \text{ с})^2} = 10^{-3} \text{ кг} \cdot \frac{10^{-2} \text{ м}}{(1 \text{ с})^2} = 10^{-5} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 10^{-5} \text{ Н}$$

Эрг – работа, которую совершает сила 1дин на пути длиной 1см.

$$\text{Работа} = \text{Сила} \cdot \text{Длина}$$

$$1 \text{ эрг} = 1 \text{ дин} \cdot 1 \text{ см} = 10^{-5} \text{ Н} \cdot 10^{-2} \text{ м} = 10^{-7} \text{ Н} \cdot \text{м} = 10^{-7} \text{ Дж}$$



Система СГСЭ (абсолютная электростатическая система единиц): основными *единицами* длины, массы и времени являются *сантиметр, грамм и секунда*.

Система СГСМ (абсолютная электромагнитная система единиц)
Основные единицы совпадают с основными единицами СГСЭ:
сантиметр, грамм и секунда.

Симметричная система СГС (система Гаусса, смешанная СГС)
Электрические единицы совпадают с электрическими единицами СГСЭ, а магнитные – с магнитными единицами СГСМ.

Семинар 5. Система единиц величин СГС и МКГСС



Связь между единицами СГСЭ, СГСМ и СИ			
Величина	Соотношение между единицами		
	$\frac{\text{единица СГСЭ}}{\text{единица СИ}}$	$\frac{\text{единица СГСМ}}{\text{единица СИ}}$	$\frac{\text{единица СГСЭ}}{\text{единица СГСМ}}$
Электрический заряд Q	10c^{-1}	10	c^{-1}
Напряжение U	10^{-8}c	10^{-8}	c
Сила электрического тока I	10c^{-1}	10	c^{-1}

c - электродинамическая постоянная, $c = 2,99792458 \cdot 10^{10} \text{ см/с}$



Задача 9: Перевести плотность $2,5041 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$ из системы СГС в СИ, обеспечив необходимую точность результата.

- 1) Получить соотношение между единицами плотности в СГС и СИ:

Плотность в системе СГС: г/см^3 , в СИ: кг/м^3

$$\text{Плотность} = \frac{\text{Масса}}{\text{Объем}} = \frac{\text{Масса}}{\text{Длина}^3}$$



Представим единицу плотности в СГС через единицы длины и массы:

$$1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = \frac{1\text{г}}{1\text{см}^3} = \frac{1\text{г}}{(1\text{см})^3}$$

где единицы длины и массы в системе СГС следует заменить единицами длины и массы в СИ:

$$1\text{см} = 10^{-2} \text{ м} \qquad 1\text{г} = 10^{-3} \text{ кг}$$

$$1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = \frac{1\text{г}}{(1\text{см})^3} = \frac{10^{-3} \text{ кг}}{(10^{-2} \text{ м})^3} = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$



2) Представить заданное значение плотности в единицах СИ:

$$2,5041 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3 = (2,5041 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3) \text{ кг/м}^3 = 2,5041 \text{ кг/м}^3$$

3) Представить результат с заданной точностью:

Исходное значение плотности известно с точностью до $0,0001 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$.

Для представления результата с той же точностью следует перевести $0,0001 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$ в СИ и округлить полученное значение до первой значащей цифры:

$$0,0001 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3 = (0,0001 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3) \text{ кг/м}^3 = 0,0001 \text{ кг/м}^3$$

$$2,5041 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3 = 2,5041 \text{ кг/м}^3$$



Задача 10: Перевести момент силы $7,02 \text{ Н}\cdot\text{м}$ из СИ в СГС, обеспечив необходимую точность результата.

1) Получить соотношение между единицами момента силы в СИ и СГС:

Единица момента силы в СИ: $\text{Н}\cdot\text{м}$, в системе СГС: $\text{дин}\cdot\text{см}$

$$\text{Момент силы} = \text{Сила} \cdot \text{Длина}$$

Единицу момента силы в СИ представим с помощью единиц длины и силы:

$$1 \text{ Н}\cdot\text{м} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$$

Заменой единиц длины и силы получим соотношение между единицами момента силы в СИ и СГС: $1 \text{ дин} = 10^{-5} \text{ Н}$ $1 \text{ Н} = 10^5 \text{ дин}$ $1 \text{ м} = 10^2 \text{ см}$

$$1 \text{ Н}\cdot\text{м} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 10^5 \text{ дин} \cdot 10^2 \text{ см} = 10^7 \text{ дин}\cdot\text{см}$$



2) Представить заданное значение момента силы в единицах СГС:

$$7,02 \text{ Н} \cdot \text{м} = 7,02 \cdot 10^7 \text{ дин} \cdot \text{см}$$

3) Представить результат с заданной точностью:

Исходное значение плотности известно с точностью до $0,01 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Для представления результата с той же точностью следует перевести $0,01 \text{ Н} \cdot \text{м}$ в СГС и округлить полученное значение до первой значащей цифры:

$$0,01 \text{ Н} \cdot \text{м} = 0,01 \cdot 10^7 \text{ дин} \cdot \text{см}$$

$$7,02 \text{ Н} \cdot \text{м} = 7,02 \cdot 10^7 \text{ дин} \cdot \text{см}$$



Задача 11: Перевести электрическую емкость C 20 мкФ из СИ в СГСЭ, СГСМ и симметричную СГС, обеспечив необходимую точность результата.

а) Перевод электрической емкости из СИ в СГСЭ.

1) Получить соотношение между единицами электрической емкости в СИ и СГСЭ.

Единица электрической емкости в СИ: $[C]_{\text{СИ}}$, в СГСЭ: $[C]_{\text{СГСЭ}}$

$$\text{Электрическая емкость } C = \frac{\text{Заряд } Q}{\text{Напряжение } U}$$



Свяжем единицы емкости в СИ и СГСЭ с единицами заряда ($[Q]_{\text{СИ}}$ и $[Q]_{\text{СГСЭ}}$) и напряжения ($[U]_{\text{СИ}}$ и $[U]_{\text{СГСЭ}}$):

$$1[C]_{\text{СИ}} = \frac{1[Q]_{\text{СИ}}}{1[U]_{\text{СИ}}} = 1\text{Ф} \quad 1[C]_{\text{СГСЭ}} = \frac{1[Q]_{\text{СГСЭ}}}{1[U]_{\text{СГСЭ}}}$$

Отношение единиц заряда в системах СГСЭ и СИ: $\frac{1[Q]_{\text{СГСЭ}}}{1[Q]_{\text{СИ}}} = 10\text{с}^{-1}$,

из которого можно выразить единицу заряда СИ: $1[Q]_{\text{СИ}} = 10^{-1}\text{с}[Q]_{\text{СГСЭ}}$.

Единицы напряжения: $\frac{1[U]_{\text{СГСЭ}}}{1[U]_{\text{СИ}}} = 10^{-8}\text{с}$, $1[U]_{\text{СИ}} = 10^8\text{с}^{-1}[U]_{\text{СГСЭ}}$.



Подстановка соотношений между единицами заряда и напряжения в СИ и СГСЭ в выражение для единицы емкости СИ позволяет связать ее единицей емкости в СГСЭ:

$$1\text{Ф} = 1[\text{C}]_{\text{СИ}} = \frac{1[\text{Q}]_{\text{СИ}}}{1[\text{U}]_{\text{СИ}}} = \frac{10^{-1}\text{с}[\text{Q}]_{\text{СГСЭ}}}{10^8\text{с}^{-1}[\text{U}]_{\text{СГСЭ}}} = 10^{-9}\text{с}^2 \frac{[\text{Q}]_{\text{СГСЭ}}}{[\text{U}]_{\text{СГСЭ}}} = 10^{-9}\text{с}^2 [\text{C}]_{\text{СГСЭ}}$$

2) Представить заданное значение электрической емкости в единицах СГСЭ:

$$\begin{aligned} 20\text{мкФ} &= 20 \cdot 10^{-6}\text{Ф} = 20 \cdot 10^{-6}[\text{C}]_{\text{СИ}} = (20 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-9}\text{с}^2)[\text{C}]_{\text{СГСЭ}} = \\ &= (2 \cdot 10^{-14} \cdot (2,99792458 \cdot 10^{10})^2)[\text{C}]_{\text{СГСЭ}} = 17,97510357 \cdot 10^6[\text{C}]_{\text{СГСЭ}}. \end{aligned}$$



3) Представить результат с заданной точностью.

Исходное значение электрической емкости известно с точностью до 1 мкФ: 20 мкФ. Для представления окончательного результата с той же точностью необходимо перевести 1 мкФ в СГСЭ и округлить полученное значение до первой значащей цифры:

$$\begin{aligned} 1 \text{ мкФ} &= 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 1 \cdot 10^{-6} [\text{С}]_{\text{СИ}} = (1 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-9} \text{ с}^2) [\text{С}]_{\text{СГСЭ}} = \\ &= (1 \cdot 10^{-15} \cdot (2,99792458 \cdot 10^{10})^2) [\text{С}]_{\text{СГСЭ}} = 0,8987551787 \cdot 10^6 [\text{С}]_{\text{СГСЭ}} \approx 0,9 \cdot 10^6 [\text{С}]_{\text{СГСЭ}}. \end{aligned}$$

$$20 \text{ мкФ} = 18,0 \cdot 10^6 [\text{С}]_{\text{СГСЭ}}$$



б) Перевод электрической емкости из СИ в СГСМ:

1) Получить соотношение между единицами электрической емкости в СИ и СГСМ.

Единица электрической емкости в СИ: $[C]_{\text{СИ}}$, в СГСМ: $[C]_{\text{СГСМ}}$

$$\text{Электрическая емкость } C = \frac{\text{Заряд } Q}{\text{Напряжение } U}$$



Свяжем единицы емкости в СИ и СГСМ с единицами заряда ($[Q]_{\text{СИ}}$ и $[Q]_{\text{СГСМ}}$) и напряжения ($[U]_{\text{СИ}}$ и $[U]_{\text{СГСМ}}$):

$$1[C]_{\text{СИ}} = \frac{1[Q]_{\text{СИ}}}{1[U]_{\text{СИ}}} = 1\text{Ф} \qquad 1[C]_{\text{СГСМ}} = \frac{1[Q]_{\text{СГСМ}}}{1[U]_{\text{СГСМ}}}$$

Выразим единицы заряда и напряжения в СИ через единицы СГСМ:

$$\frac{1[Q]_{\text{СГСМ}}}{1[Q]_{\text{СИ}}} = 10 \qquad 1[Q]_{\text{СИ}} = 10^{-1}[Q]_{\text{СГСМ}}$$

$$\frac{1[U]_{\text{СГСМ}}}{1[U]_{\text{СИ}}} = 10^{-8} \qquad 1[U]_{\text{СИ}} = 10^8[U]_{\text{СГСМ}}$$



Подстановка данных выражений в уравнение для единицы емкости СИ позволяет получить искомое соотношение между единицами емкости в СИ и СГСМ:

$$1\Phi = 1[C]_{\text{СИ}} = \frac{1[Q]_{\text{СИ}}}{1[U]_{\text{СИ}}} = \frac{10^{-1}[Q]_{\text{СГСМ}}}{10^8[U]_{\text{СГСМ}}} = 10^{-9} \frac{[Q]_{\text{СГСМ}}}{[U]_{\text{СГСМ}}} = 10^{-9} [C]_{\text{СГСМ}}$$

2) Представить заданное значение электрической емкости в единицах СГСМ:

$$20\text{мк}\Phi = 20 \cdot 10^{-6} \Phi = 20 \cdot 10^{-6} [C]_{\text{СИ}} = (20 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-9}) [C]_{\text{СГСМ}} = 20 \cdot 10^{-15} [C]_{\text{СГСМ}}$$



3) Представить результат с заданной точностью.

Исходное значение электрической емкости известно с точностью до 1 мкФ: 20 мкФ. Для представления окончательного результата с той же точностью необходимо перевести 1 мкФ в СГСМ и округлить полученное значение до первой значащей цифры:

$$1 \text{ мкФ} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 1 \cdot 10^{-6} [\text{С}]_{\text{СИ}} = (1 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-9}) [\text{С}]_{\text{СГСМ}} = 1 \cdot 10^{-15} [\text{С}]_{\text{СГСМ}}$$

$$20 \text{ мкФ} = 20 \cdot 10^{-15} [\text{С}]_{\text{СГСМ}}$$



в) Перевод электрической емкости из СИ в симметричную СГС:

В симметричной СГС магнитные величины имеют такие же значения, как в СГСМ, а все остальные величины (в том числе электрические) имеют такие же значения, как в СГСЭ.

Электрическая емкость является электрической величиной, поэтому:

$$1[\text{C}]_{\text{сим.СГС}} = 1[\text{C}]_{\text{СГСЭ}}$$

$$20 \text{ мкФ} = 18,0 \cdot 10^6 [\text{C}]_{\text{СГСЭ}} = 18,0 \cdot 10^6 [\text{C}]_{\text{сим.СГС}}$$



Задача 12: а) Перевести из СГСЭ в СИ электрическую проводимость $g = 2,98 \cdot 10^9 [g]_{\text{СГСЭ}}$, обеспечив необходимую точность результата.

а) Перевод электрической проводимости из СГСЭ в СИ.

1) Получить соотношение между единицами электрической емкости в СГСЭ и СИ.

$$\text{Электрическая проводимость } g = \frac{\text{Сила тока } I}{\text{Напряжение } U}$$



Свяжем единицы проводимости в СИ и СГСЭ с единицами силы тока ($[I]_{\text{СИ}}$ и $[I]_{\text{СГСЭ}}$) и напряжения ($[U]_{\text{СИ}}$ и $[U]_{\text{СГСЭ}}$):

$$1[g]_{\text{СИ}} = \frac{1[I]_{\text{СИ}}}{1[U]_{\text{СИ}}} = 1\text{См} \qquad 1[g]_{\text{СГСЭ}} = \frac{1[I]_{\text{СГСЭ}}}{1[U]_{\text{СГСЭ}}}$$

Отношения единиц силы тока и напряжения в СГСЭ и СИ:

$$\frac{1[I]_{\text{СГСЭ}}}{1[I]_{\text{СИ}}} = 10\text{с}^{-1}, \qquad \frac{1[U]_{\text{СГСЭ}}}{1[U]_{\text{СИ}}} = 10^{-8}\text{с}$$

из которых необходимо выразить единицы силы тока и напряжения в СГСЭ:

$$1[I]_{\text{СГСЭ}} = 10\text{с}^{-1} [I]_{\text{СИ}} \qquad 1[U]_{\text{СГСЭ}} = 10^{-8}\text{с} [U]_{\text{СИ}}$$



Подстановка полученных выражений в уравнение для единицы проводимости в СГСЭ дает искомое соотношение между единицами проводимости в СГСЭ и СИ:

$$1[g]_{\text{СГСЭ}} = \frac{1[I]_{\text{СГСЭ}}}{1[U]_{\text{СГСЭ}}} = \frac{10\text{с}^{-1}[I]_{\text{СИ}}}{10^{-8}\text{с}[U]_{\text{СИ}}} = 10^9\text{с}^{-2} \frac{[I]_{\text{СИ}}}{[U]_{\text{СИ}}} = 10^9\text{с}^{-2}[g]_{\text{СИ}}$$

2) Представить заданное значение электрической проводимости в единицах СИ:

$$\begin{aligned} 2,98 \cdot 10^9 [g]_{\text{СГСЭ}} &= (2,98 \cdot 10^9 \cdot 10^9 \cdot \text{с}^{-2}) [g]_{\text{СИ}} = \\ &= (2,98 \cdot 10^{18} \cdot (2,99792458 \cdot 10^{10})^{-2}) [g]_{\text{СИ}} = 3,31569716 \cdot 10^{-3} [g]_{\text{СИ}}. \end{aligned}$$



3) Представить результат с заданной точностью.

Исходное значение электрической емкости известно с точностью до $0,01 \cdot 10^9 [g]_{\text{СГСЭ}}$. Для представления окончательного результата с той же точностью необходимо перевести $0,01 \cdot 10^9 [g]_{\text{СГСЭ}}$ в СИ и округлить полученное значение до первой значащей цифры:

$$\begin{aligned} 0,01 \cdot 10^9 [g]_{\text{СГСЭ}} &= (0,01 \cdot 10^9 \cdot 10^9 \text{ с}^{-2}) [g]_{\text{СИ}} = \\ &= (0,01 \cdot 10^{18} \cdot (2,99792458 \cdot 10^{10})^{-2}) [g]_{\text{СИ}} = 0,0111265005 \cdot 10^{-3} [g]_{\text{СИ}} \approx 0,01 \cdot 10^{-3} [g]_{\text{СИ}}. \end{aligned}$$

$$2,98 \cdot 10^9 [g]_{\text{СГСЭ}} = 3,32 \cdot 10^{-3} [g]_{\text{СИ}} = 3,32 \cdot 10^{-3} \text{ СМ} = 3,32 \text{ мСМ}$$



Задача 12: б) Перевести из СГСМ в СИ электрическую проводимость $g = 4,01 \cdot 10^{-12} [g]_{\text{СГСМ}}$, обеспечив необходимую точность результата.

а) Перевод электрической проводимости из СГСМ в СИ.

1) Получить соотношение между единицами электрической емкости в СГСМ и СИ.

$$\text{Электрическая проводимость } g = \frac{\text{Сила тока } I}{\text{Напряжение } U}$$



Свяжем единицы проводимости в СИ и СГСЭ с единицами силы тока ($[I]_{\text{СИ}}$ и $[I]_{\text{СГСМ}}$) и напряжения ($[U]_{\text{СИ}}$ и $[U]_{\text{СГСМ}}$):

$$1[g]_{\text{СИ}} = \frac{1[I]_{\text{СИ}}}{1[U]_{\text{СИ}}} = 1\text{См} \qquad 1[g]_{\text{СГСМ}} = \frac{1[I]_{\text{СГСМ}}}{1[U]_{\text{СГСМ}}}$$

Единицы силы тока и напряжения в СГСМ представим с помощью соответствующих единиц СИ:

$$\frac{1[I]_{\text{СГСМ}}}{1[I]_{\text{СИ}}} = 10, \qquad 1[I]_{\text{СГСМ}} = 10[I]_{\text{СИ}},$$

$$\frac{1[U]_{\text{СГСМ}}}{1[U]_{\text{СИ}}} = 10^{-8}, \qquad 1[U]_{\text{СГСМ}} = 10^{-8}[U]_{\text{СИ}}.$$



Путем подстановки полученных соотношений в уравнение для единицы проводимости в СГСМ получим искомое соотношение между единицами проводимости в СГСМ и СИ:

$$1[g]_{\text{СГСМ}} = \frac{1[I]_{\text{СГСМ}}}{1[U]_{\text{СГСМ}}} = \frac{10[I]_{\text{СИ}}}{10^{-8}[U]_{\text{СИ}}} = 10^9 \frac{[I]_{\text{СИ}}}{[U]_{\text{СИ}}} = 10^9 [g]_{\text{СИ}}$$

2) Представить заданное значение электрической проводимости в единицах СИ:

$$4,01 \cdot 10^{-12} [g]_{\text{СГСМ}} = (4,01 \cdot 10^{-12} \cdot 10^9) [g]_{\text{СИ}} = 4,01 \cdot 10^{-3} [g]_{\text{СИ}}$$



3) Представить результат с заданной точностью.

Исходное значение электрической емкости известно с точностью до $0,01 \cdot 10^{-12} [g]_{\text{СГСМ}}$. Для представления окончательного результата с той же точностью необходимо перевести $0,01 \cdot 10^{-12} [g]_{\text{СГСМ}}$ в СИ и округлить полученное значение до первой значащей цифры:

$$0,01 \cdot 10^{-12} [g]_{\text{СГСМ}} = (0,01 \cdot 10^{-12} \cdot 10^9) [g]_{\text{СИ}} = 0,01 \cdot 10^{-3} [g]_{\text{СИ}}$$

$$4,01 \cdot 10^{-12} [g]_{\text{СГСМ}} = 4,01 \cdot 10^{-3} [g]_{\text{СИ}} = 4,01 \cdot 10^{-3} \text{См} = 4,01 \text{мСм}$$



Замечание. Основные единицы длины, массы и времени, а также производные единицы механических величин в СГСЭ, СГСМ и симметричной СГС совпадают, т.е. справедливы отношения:

➤ для единиц длины L : $\frac{1[L]_{\text{СГС}}}{1[L]_{\text{СИ}}} = \frac{1[L]_{\text{СГСЭ}}}{1[L]_{\text{СИ}}} = \frac{1[L]_{\text{СГСМ}}}{1[L]_{\text{СИ}}} = \frac{1[L]_{\text{сим. СГС}}}{1[L]_{\text{СИ}}} = \frac{1 \text{ см}}{1 \text{ м}} = 10^{-2}$

➤ для единиц массы M : $\frac{1[M]_{\text{СГС}}}{1[M]_{\text{СИ}}} = \frac{1[M]_{\text{СГСЭ}}}{1[M]_{\text{СИ}}} = \frac{1[M]_{\text{СГСМ}}}{1[M]_{\text{СИ}}} = \frac{1[M]_{\text{сим. СГС}}}{1[M]_{\text{СИ}}} = \frac{1 \text{ г}}{1 \text{ кг}} = 10^{-3}$

➤ для единиц времени T : $\frac{1[T]_{\text{СГС}}}{1[T]_{\text{СИ}}} = \frac{1[T]_{\text{СГСЭ}}}{1[T]_{\text{СИ}}} = \frac{1[T]_{\text{СГСМ}}}{1[T]_{\text{СИ}}} = \frac{1[T]_{\text{сим. СГС}}}{1[T]_{\text{СИ}}} = \frac{1 \text{ с}}{1 \text{ с}} = 1$

➤ для единиц площади S : $\frac{1[S]_{\text{СГС}}}{1[S]_{\text{СИ}}} = \frac{1[S]_{\text{СГСЭ}}}{1[S]_{\text{СИ}}} = \frac{1[S]_{\text{СГСМ}}}{1[S]_{\text{СИ}}} = \frac{1[S]_{\text{сим. СГС}}}{1[S]_{\text{СИ}}} = \frac{1 \text{ см}^2}{1 \text{ м}^2} = 10^{-4}$

➤ для единиц объема V : $\frac{1[V]_{\text{СГС}}}{1[V]_{\text{СИ}}} = \frac{1[V]_{\text{СГСЭ}}}{1[V]_{\text{СИ}}} = \frac{1[V]_{\text{СГСМ}}}{1[V]_{\text{СИ}}} = \frac{1[V]_{\text{сим. СГС}}}{1[V]_{\text{СИ}}} = \frac{1 \text{ см}^3}{1 \text{ м}^3} = 10^{-6}$



Система единиц величин МКГСС.

Система МКГСС сформировалась к концу XIX века.

Основными единицами МКГСС являются:

- единица длины – метр (м),
- единица силы – килограмм-сила (кгс),
- единица времени – секунда (с).



Килограмм-сила – сила, которая сообщает массе, равной массе международного прототипа килограмма, ускорение $9,80665 \text{ м/с}^2$ (нормальное ускорение свободного падения).

Используя определение килограмм-силы и II закон Ньютона, можно найти соотношение между единицами силы в МКГСС и СИ:

$$\text{Сила} = \text{Масса} \cdot \text{Ускорение}$$

$$1 \text{ кгс} = 1 \text{ кг} \cdot 9,80665 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 9,80665 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 9,80665 \text{ Н} ,$$

где учтено, что в СИ масса международного прототипа килограмма равна 1 кг.



В МКГСС единица массы является производной и представляет собой массу тела, получающего ускорение 1 м/с^2 под действием приложенной к нему силы 1 кгс . Она называется **килограмм-сила-секунда в квадрате на метр** ($\text{кгс} \cdot \text{с}^2/\text{м}$).

Соотношение между единицами массы в МКГСС и СИ также может быть получено с помощью II закона Ньютона:

$$\text{Сила} = \text{Масса} \cdot \text{Ускорение}, \quad \text{Масса} = \frac{\text{Сила}}{\text{Ускорение}} = \frac{\text{Сила} \cdot \text{Время}^2}{\text{Длина}},$$

$$1 \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}} = \frac{1 \text{ кгс} \cdot (1 \text{ с})^2}{1 \text{ м}} = \frac{9,80665 \text{ Н} \cdot (1 \text{ с})^2}{1 \text{ м}} = 9,80665 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}} = 9,80665 \text{ кг}$$

где единица силы в МКГСС (килограмм-сила) заменена единицей силы в СИ (ньютон): $1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н}$



Задача 13: Перевести момент силы 3,04 кгс·м из МКГСС в СИ, обеспечив необходимую точность результата.

1) Получить соотношение между единицами момента силы в МКГСС и СИ.

Единица момента силы в СИ: Н·м, в МКГСС: кгс·м.

Момент силы = Сила · Длина

$$1 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 1 \text{ кгс} \cdot 1 \text{ м}$$

Единицы длины в МКГСС и СИ совпадают. Соотношение между единицами силы в МКГСС и СИ известно: $1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н}$, поэтому:

$$1 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 1 \text{ кгс} \cdot 1 \text{ м} = 9,80665 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 9,80665 \text{ Н} \cdot \text{м}$$



2) Представить заданное значение момента силы в единицах СИ:

$$3,04 \text{ кгс} \cdot \text{м} = (3,04 \cdot 9,80665) \text{ Н} \cdot \text{м} = 29,812216 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3) Представить результат с заданной точностью:

Исходное значение силы известно с точностью до 0,01 кгс·м. Для представления результата с той же точностью следует перевести 0,01 кгс·м в СИ и округлить полученное значение до первой значащей цифры:

$$0,01 \text{ кгс} \cdot \text{м} = (0,01 \cdot 9,80665) \text{ Н} \cdot \text{м} = 0,0980665 \text{ Н} \cdot \text{м} \approx 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$3,04 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 29,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$



Задача 14: Перевести плотность $2,57 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ из СИ в МКГСС, обеспечив необходимую точность результата.

1) Получить соотношение между единицами плотности в СИ и МКГСС:

Единица момента силы в СИ: кг/м^3 , в МКГСС: $\text{кгс} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$.

$$\text{Плотность} = \frac{\text{Масса}}{\text{Объем}} = \frac{\text{Масса}}{\text{Длина}^3}$$

поэтому единицу плотности в СИ можно представить, используя единицы длины и массы:

$$1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{1 \text{ кг}}{1 \text{ м}^3}$$



В СИ и МКГСС единицы длины совпадают, а соотношение между единицами массы известно:

$$1 \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}} = 9,80665 \text{ кг}$$

$$1 \text{ кг} = \frac{1}{9,80665} \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}}$$

что позволяет получить искомое соотношение между единицами плотности в СИ и МКГСС:

$$1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{1 \text{ кг}}{1 \text{ м}^3} = \frac{1}{9,80665} \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}} \cdot \frac{1}{\text{м}^3} = \frac{1}{9,80665} \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$$



2) Представить заданное значение плотности в единицах МКГСС:

$$2,57 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \left(\frac{2,57 \cdot 10^3}{9,80665} \right) \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 262,0670667 \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$$

3) Представить результат с заданной точностью:

Исходное значение плотности известно с точностью до $0,01 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Для представления результата с той же точностью следует перевести $0,01 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ в МКГСС и округлить полученное значение до первой значащей цифры:

$$0,01 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \left(\frac{0,01 \cdot 10^3}{9,80665} \right) \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 1,019716 \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} \approx 1 \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$$

$$2,57 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 262 \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$$



На этом семинар №5 завершен.

Спасибо за внимание!



*Москва, 2020/2021 уч.год.
каф. ИИСuT*