

Дисциплина: «Метрология и радиоизмерения»

Распределение часов дисциплины по семестрам																		
Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1	18	2	19	3	18	4	18	5	18	6	18	7	18	8	9	Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции									18	18							18	18
Лабораторные									18	18							18	18
Практические									18	18							18	18
КСР									7	7							7	7
Экзамен									54	54							54	54
Сам. работа									65	65							65	65
Итого									180	180							180	180

Рекомендуемая литература				
Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич- во
Л1.1		Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / под реценз. В. Я. Кершенбаума, В. Н. Пронякина.	М. : Академия, 2008.	15
Л1.2		Метрология и радиоизмерения : учеб. для вузов / под ред. проф. В.И. Нефедова.	- М. : Высш. школа, 2003. - 526 с.:	20
Л1.3	Сергеев, А. Г.	Метрология, стандартизация, сертификация: учеб. пособие для вузов / А. Г. Сергеев, М. В. Латышев, В. В. Терегеря.	- М. : Университетская книга : Логос, 2009. - 560 с.	15
Дополнительная литература				
Л2.1	Кошечая, И. П.	Метрология, стандартизация, сертификация : учеб. для сред. проф. образования / И. П. Кошечая, А. А. Канке.	М. : ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. - 416 с	5
Л2.2		ФЗ «О техническом регулировании»		
Методические разработки				
Л3.1	Лапсарь А.П.	Метрология и радиоизмерения погрешностей измерений: пособие к практич.	РИС (филиал) ЮРГУЭС. - Ростов н/Д: РИС ЮРГУЭС, 2004. 24	115

ЛЕКЦИЯ №1

Тема: Основные понятия и термины метрологии

Учебные вопросы:

1. Физические величины. Единицы величин.
2. Воспроизведение единиц физических величин.
3. Шкалы измерений.

Литература: Л 2.1

Задание на самостоятельную работу:

Подготовить презентацию
«История развития метрологии»

Литература дополнительная

1. ГОСТ Р 8.885-2015 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Эталоны. Основные положения.

2. Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.

Вопрос №1

О науке «Метрология»

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

Различают *теоретическую, законодательную и практическую (прикладную)* метрологию.

Теоретическая метрология – раздел метрологии, предметом которого является *разработка фундаментальных основ метрологии*. Иногда применяют термин *фундаментальная метрология*.

Законодательная метрология – раздел метрологии, предметом которого является *установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимой точности измерений*.

Практическая (прикладная) метрология – раздел метрологии, предметом которого являются *вопросы практического применения разработок* теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

***Величина:** Свойство материального объекта или явления, общее в качественном отношении для многих объектов или явлений, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Размер величины: Количественная определенность величины, присущая конкретному материальному объекту или явлению

Род (величины): Качественная определенность величины.

***Значение величины:** Выражение *размера* величины в виде некоторого числа принятых единиц, или чисел, баллов по соответствующей шкале измерений.

Числовое значение (величины): Отвлеченное число, входящее в значение величины.

***Истинное значение (величины):** Значение величины, которое соответствует определению измеряемой величины.

***Измеренное значение (величины):** Значение величины, которое представляет результат измерения.

***Действительное значение (величины):** Значение величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

Система величин: Согласованная совокупность величин и уравнений связи между ними, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины условно принимают за независимые, а другие определяют как функции независимых величин.

Уравнение связи (между величинами): Математическое соотношение между величинами в данной системе величин, основанное на законах природы и не зависящее от единиц измерения.

Основная величина: Одна из величин подмножества, условно выбранного для данной системы величин так, что никакая из величин этого подмножества не может выразиться через другие величины.

Производная величина: Величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины этой системы

Пример — Примеры производных величин механики системы LMT: скорость V поступательного движения, определяемая (по модулю) уравнением $V = dL/dT$, где L — путь, T — время; сила F , приложенная к материальной точке, определяемая (по модулю) уравнением $F = ma$, где m — масса точки, a — ускорение, вызванное действием силы F .⁹

***Международная система величин:** Система величин, основанная на подмножестве семи основных величин: **длины, массы, времени, электрического тока, термодинамической температуры, количества вещества и силы света.**

***Размерность (величины):** Выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных величин в различных степенях и отражающее связь данной величины с величинами, принятыми в данной системе величин за основные с коэффициентом пропорциональности, равным единице.

$$\dim F = LMT^{-2}$$

Таблица 1

Основная величина	Символ для размерности
длина	L
масса	M
время	T
электрический ток	I
термодинамическая температура	Θ
количество вещества	N
сила света	J

Размерная физическая величина – физическая величина, в размерности которой хотя бы одна из основных физических величин возведена в степень, не равную нулю.

Например, сила F в системе $LMTI\Theta NJ$ является размерной величиной: $\dim F = LMT^{-2}$.

Безразмерная физическая величина – физическая величина, в размерность которой основные физические величины входят в степени, равной нулю.

Единица (измерения) (величины): Величина фиксированного размера, которой присвоено числовое значение, равное единице, определяемая и принимаемая по соглашению для количественного выражения однородных с ней величин.

Примечание — На практике широко применяется понятие *узаконенные единицы*, которое раскрывается как «система единиц и (или) отдельные единицы, установленные для применения в стране в соответствии с законодательными актами».

Система единиц (величин); система единиц измерений: Совокупность основных и производных единиц, вместе с их кратными и дольными единицами, определенными в соответствии с установленными правилами для данной системы единиц.

Международная система единиц; СИ: Система единиц, основанная на Международной системе величин, вместе с наименованиями и обозначениями, а также набором приставок и их наименованиями и обозначениями вместе с правилами их применения, принятая Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ).

Пример — Основные единицы Международной системы единиц (СИ): метр (м), килограмм (кг), секунда (с), ампер (А), кельвин (К), моль (моль) и кандела (кд).

№ п/п	Физическая величина			Единица измерения ФВ		
	Наименование	Размерность	Рекомендуемое обозначение	Наименование	Обозначение	
					русское	международное
О с н о в н ы е						
1	Длина	L	l	метр	м	m
2	Масса	M	m	килограмм	кг	kg
3	Время	T	t	секунда	с	s
4	Сила электрического тока	I	I	ампер	А	A
5	Термодинамическая температура	Θ	T	кельвин	К	K
6	Количество вещества	N	n, ν	моль	моль	mol
7	Сила света	J	J	кандела	кд	cd

Рис 1.3 – Основные единицы ФВ системы СИ

Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через единицы СИ
Частота	T^{-1}	герц	Гц	s^{-1}
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$mkgs^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1}MT^{-2}$	паскаль	Па	$m^{-1}kgs^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	L^2MT^{-2}	джоуль	Дж	m^2kgs^{-2}
Мощность	L^2MT^{-3}	ватт	Вт	m^2kgs^{-3}
Количество электричества	TI	кулон	Кл	sA
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^2MT^{-3}I^{-1}$	вольт	В	$m^2kgs^{-3}A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$	фарад	Ф	$m^{-2}kg^{-1}s^4A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2MT^{-3}I^{-2}$	ом	Ом	$m^2kgs^{-3}A^{-2}$
Электрическая проводимость	$L^{-2}M^{-1}T^3I^2$	сименс	См	$m^{-2}kg^{-1}s^3A^2$
Поток магнитной индукции	$L^2MT^{-2}I^{-1}$	вебер	Вб	$m^2kgs^{-2}A^{-1}$

Рис. 1.4

3.22 системная единица (величины): Единица величины, входящая в принятую систему единиц.

Примечание — Основные, производные, кратные и дольные единицы СИ являются системными. Например: 1 м; 1 м/с; 1 км; 1 нм.

3.23 внесистемная единица (величины): Единица величины, не входящая в принятую систему единиц.

Примечание — Внесистемные единицы (по отношению к единицам СИ) разделяются на четыре группы:

- 1 Допускаемые к применению наравне с единицами СИ.
- 2 Допускаемые к применению в специальных областях.
- 3 Временно допускаемые к применению.
- 4 Устаревшие (недопускаемые к применению).

Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ

Наименование величины	Единица			Соотношение с единицей СИ
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
Масса	тонна	t	т	10^3 кг
	атомная единица массы	u	а.е.м.	$\approx 1,66057 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	минута	min	мин	60 с
	час	h	ч	3600 с
	сутки	d	сут	86400 с
Плоский угол	градус	...°	...°	$(\pi/180)$ рад = $= 1,745329... \cdot 10^{-2}$ рад
	минута	...'	...'	$(\pi/10800)$ рад = $= 2,908882... \cdot 10^{-4}$ рад
	секунда	..."	..."	$(\pi/648000)$ рад = $= 4,848137... \cdot 10^{-6}$ рад
	град или гон	... ^g	град	$(\pi/200)$ рад
Объем, вместимость	литр	l	л	10^{-3} м ³
Длина	астрономическая единица	ua	а.е.	$\approx 1,45598 \cdot 10^{11}$ м

	световой год	ly	св.год	$\approx 9,4605 \cdot 10^{15}$ м
	парсек	pc	пк	$\approx 3,0857 \cdot 10^{16}$ м
Площадь	гектар	ha	га	10^4 м ²
Температура	градус Цельсия	...°C	...°C	1°C = 273,16 К
Оптическая сила	диоптрия	–	дптр	1 м ⁻¹
Механическое напряжение	ньютон на квадратный миллиметр	N/mm ²	Н/мм ²	1 МПа
Энергия	электрон-вольт	eV	эВ	$\approx 1,60219 \cdot 10^{-19}$ Дж
Полная мощность	вольт-ампер	VA	ВА	
Реактивная мощность	вар	var	вар	

А.И.Иванов

*Внесистемные единицы, изъятые из употребления,
и их связь с единицами системы СИ*

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Длина	микрон	мк	$1 \text{ мк} = 10^{-6} \text{ м}$
	ангстрем	Å	$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ м}$
Масса	центнер	цн	$1 \text{ цн} = 10^2 \text{ кг}$
Площадь	ар	а	$1 \text{ а} = 10^2 \text{ м}^2$
Сила	килограмм-сила	кгс	$1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н}$
	тонна-сила	тс	$1 \text{ тс} = 9,80665 \cdot 10^3 \text{ Н}$
	дина	дин	$1 \text{ дин} = 10^{-5} \text{ Н}$
Работа и энергия	килограмм-сила-метр	кгс·м	$1 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 9,80665 \text{ Дж}$
	эрг	эрг	$1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Дж}$
	ватт-час	Вт·ч	$1 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Дж}$
Мощность	лошадиная сила	л.с.	$1 \text{ л.с.} = 735,499 \text{ Вт}$

Неметрические единицы, применяемые в Англии и США

<i>Единицы длины</i>	
Морская миля международная	= 1852 м (точно)
Миля сухопутная	= 1760 ярдам = 1609,344 м (точно)
Фарлонг	= 201,17 м
Кабельтов	= 185,2 м (точно) = 3 футам
Ярд	= 3 футам = 36 дюймам = 0,9144 м (точно)
Фут	= 12 дюймам = 30,48 см (точно)
Дюйм	= 25,40 см (точно)
Большая линия	= 2,54 мм (точно)
Малая линия	= 2,17 мм
<i>Единицы объема вместимости для жидкостей</i>	
Баррель нефтяной (США)	= 159,0 л
Галлон (английский)	= 4 квадратам = 8 пинтам = 4,546 л
Галлон (США)	= 3,785 л
Кварта (английская)	= 1,136 л
Кварта жидкостная (США)	= 0,946 л
Пинта (английская)	= 0,568 л
Пинта жидкостная	= 0,473 л
<i>Единицы объема вместимости для сыпучих тел</i>	
Баррель сухой (США)	= 115,6 л
Бушель (английский)	= 8 галлонам (английский) = 36,37 л
Бушель (США)	= 64 пинтам = 35,24 л
Пинта сухая (США)	= 0,551 л
Галлон сухой (США)	= 4,4 л
Кварта (США)	= 1,1 л
<i>Единицы площади</i>	
Квадратная миля	= 640 акрам = 2,590 км ²
Акр	= 4840 квадратным ярдам = 4047 м ²
Квадратный ярд	= 9 квадратным футам = 0,836 м ²
Квадратный дюйм	= 6,452 см ²
Квадратная линия (большая)	= 6,452 см ²
<i>Единицы массы</i>	
Тонна длинная	= 2200 фунтам = 1,12 короткой тонне = 1,016 т
Тонна короткая	= 2000 фунтам = 0,907 т
Драхма тройская (аптекарская)	= 3,89 г
Драхма (английская)	= 1,772 г
Гран	= 64,8 мг

Кратная единица - единица величины, в целое число раз *большая* системной или внесистемной единицы.

Пример — Единица длины 1 км = $1 \cdot 10^3$ м, кратная метру; единица частоты 1 МГц (мегагерц) = $1 \cdot 10^6$ Гц, кратная герцу; единица активности радионуклидов 1 МБк (мегабеккерель) = $1 \cdot 10^6$ Бк, кратная беккерелю.

Дольная единица - единица величины, в целое число раз *меньшая* системной или внесистемной единицы.

Пример — Единица длины 1 нм (нанометр) = $1 \cdot 10^{-9}$ м и единица времени 1 мкс = $1 \cdot 10^{-6}$ с являются дольными соответственно от метра и секунды.

Вопрос 2

***Единство измерений; ЕИ:** Состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин или в значениях по установленным шкалам измерений, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы

Для обеспечения единства измерений необходима **тождественность единиц**, в которых проградуированы все существующие средства измерений (СИ) одной и той же величины. Это достигается путем точного **воспроизведения и хранения** в специализированных учреждениях установленных единиц величин и **передачи** их размеров применяемым средствам измерения.

***Эталон** (единицы величины или шкалы измерений): Средство измерительной техники, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины или шкалы измерений.

Воспроизведение единицы (величины): Совокупность операций по материализации единицы величины с помощью первичного эталона

Хранение единицы: Совокупность операций, обеспечивающих неизменность во времени размера единицы, воспроизводимой, хранимой и передаваемой данным эталоном.

Передача единицы величины: Приведение размера величины, хранимой средством измерений, к единице величины, воспроизводимой или хранимой эталоном данной единицы величины или стандартным образцом.

Эталоны единиц величин подразделяют по подчиненности и уровням точности на исходные и подчиненные, первичные, вторичные .

***Государственные первичные эталоны** единиц величин предназначены для воспроизведения, хранения и передачи единиц величин в Российской Федерации **с наивысшей точностью.**

Государственные первичные эталоны, воспроизводящие и хранящие единицы величин **в специфических условиях** (высокие и сверхвысокие частоты, малые и большие энергии, давления, температуры, особые состояния вещества и т.п.), называют государственными первичными **специальными эталонами единиц величин.**

Исходный эталон: Эталон, обладающий наивысшими метрологическими свойствами (в стране или группе стран, в регионе, министерстве (ведомстве), организации, предприятии или лаборатории), передающий единицу величины или шкалу измерений подчиненным эталонам и имеющимся средствам измерений.

Национальный эталон: Эталон, признанный национальными органами власти для использования в государстве или экономике в качестве исходного для страны.

Международный эталон: Эталон, который признан всеми государствами, подписавшими международное соглашение, и предназначен для всего мира.

Подчиненными государственным первичным эталонам единиц величин являются эталоны единиц величин **с более низкими показателями точности**, которые, в ряде случаев, могут быть в свою очередь исходными эталонами единиц величин для средств измерений организаций и предприятий, возглавляя их локальные поверочные схемы.

***Вторичные эталоны** получают единицы величин или шкалу измерений от государственных первичных эталонов единиц величин.

Вторичные эталоны: **эталон-копии, эталоны сравнения и рабочие эталоны единиц величин.**

***Эталон-копии** предназначены для уменьшения эксплуатационной нагрузки на государственные первичные эталоны единиц величин, в обоснованных случаях заменяя их.

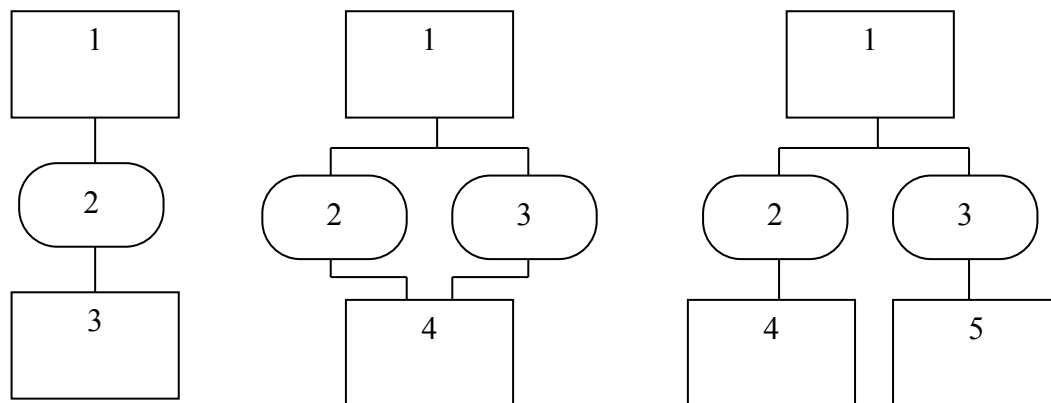
***Эталон сравнения** предназначены для сличения эталонов единиц величин, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом.

***Рабочие эталоны** предназначены для передачи единиц величин менее точным эталонам единиц величин и средствам измерений.

Калибровка (средств измерений): Совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона **с целью определения метрологических характеристик этого средства измерений.**

Поверка (средств измерений): Установление официально уполномоченным органом **пригодности** средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и **подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.**

Поверочная схема: Иерархическая структура, устанавливающая соподчинение эталонов, участвующих в передаче единицы или шкалы измерений от исходного эталона средствам измерений (с указанием методов и погрешностей при передаче), утверждаемая в установленном порядке в виде нормативного документа.



Локальная поверочная схема: Поверочная схема, распространяющаяся на эталоны и средства измерений данной величины, применяемые в регионе, отрасли, ведомстве или на отдельном предприятии (в организации) и утверждаемая в качестве нормативного документа организацией (учреждением, подразделением - для отдельного предприятия), отвечающей за обеспечение единства измерений.

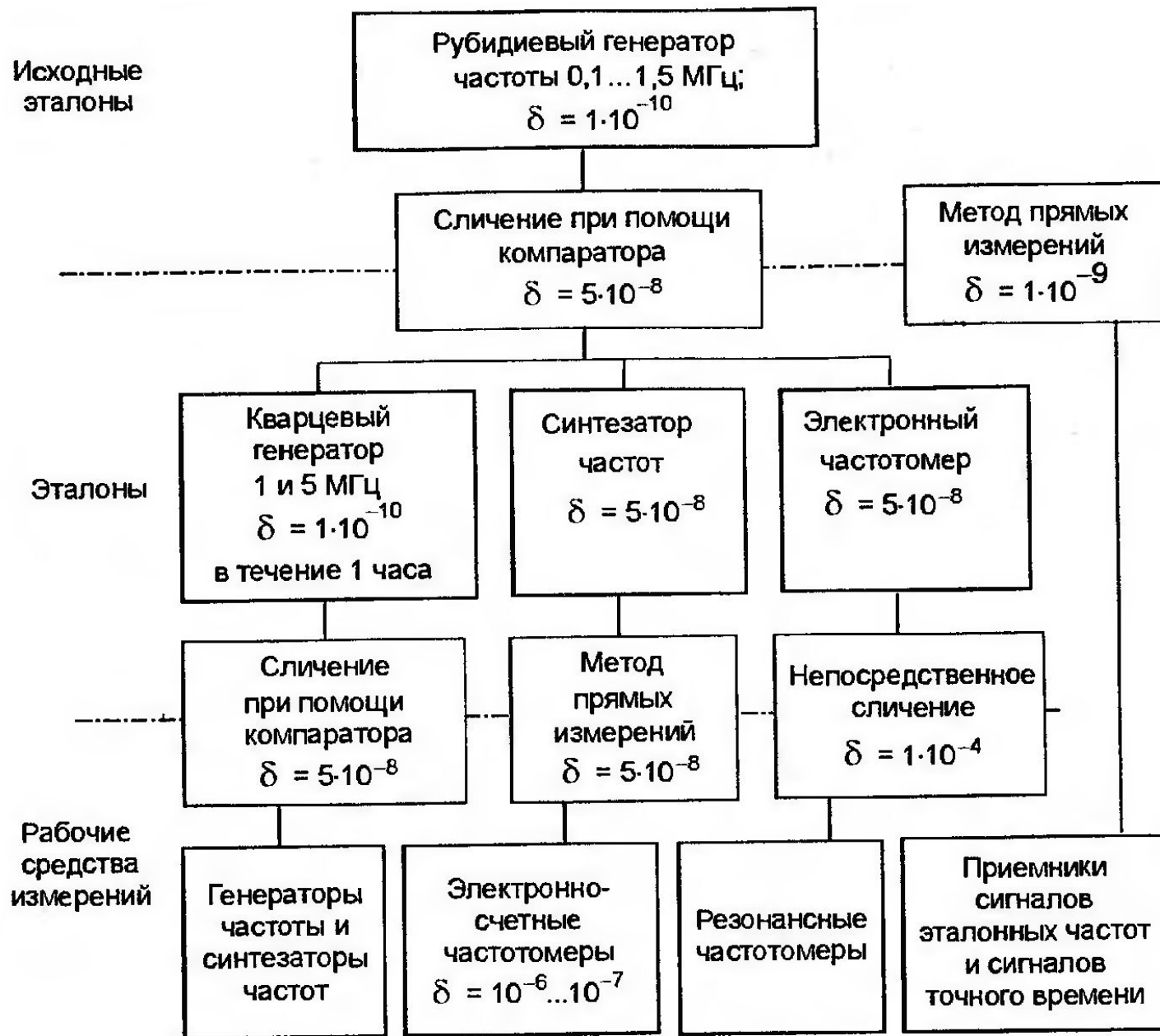


Рис. 4.3. Локальная поверочная схема для средств измерения времени и частоты

Локальная поверочная схема: Поверочная схема, распространяющаяся на эталоны и средства измерений данной величины, применяемые в регионе, отрасли, ведомстве или на отдельном предприятии (в организации) и утверждаемая в качестве нормативного документа организацией (учреждением, подразделением - для отдельного предприятия), отвечающей за обеспечение единства измерений.

Аттестация методик измерений: Исследование и подтверждение соответствия методик измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям.

Первичная поверка (средств измерений): Поверка, выполняемая при выпуске средства измерений из производства или после ремонта, а также при ввозе средства измерений из-за границы.

Периодическая поверка (средств измерений): Поверка средств измерений, находящихся в эксплуатации или на хранении, выполняемая через установленные интервалы времени между поверками (межповерочные интервалы).

Примечание — Межповерочные интервалы устанавливаются нормативными документами по поверке в зависимости от **стабильности того или иного средства** измерений и могут устанавливаться от нескольких месяцев до нескольких лет.

Внеочередная поверка (средств измерений): Поверка средства измерений, проводимая до наступления срока его очередной периодической поверки.

Примечание — Необходимость внеочередной поверки может возникнуть вследствие разных причин: ухудшение метрологических свойств средства измерений или подозрение в этом, нарушение условий эксплуатации, нарушение поверительного клейма и др.

Инспекционная поверка (средств измерений): Поверка, проводимая официально уполномоченным органом при проведении государственного метрологического надзора (контроля) за состоянием и применением средств измерений.

Вопрос №3

***Шкала измерений:** Упорядоченная совокупность значений величины, служащая исходной основой для измерений данной величины.

***Шкалы:** наименований, порядка, интервалов, отношений, абсолютная.

***Шкала наименований** характеризуется оценкой эквивалентности различных качественных проявлений свойства.

Самый простой тип шкал, основанный, например, на приписывании качественным свойствам объектов чисел, играющих роль имён.

Это тип шкалы, значения которой используют для выявления различий между объектами или их идентификации.

Эти шкалы не имеют нуля и единицы измерений, в них отсутствуют отношения сопоставления типа «больше-меньше».

Примером является атлас цветов.

Процесс измерений (оценки) заключается в достижении эквивалентности испытуемого образца с одним из эталонных образцов, например, при визуальном наблюдении.

***Шкала порядка** представляет собой ранжированный ряд - упорядоченную последовательность размеров $Q_1 < Q_2 < Q_3 < \dots < Q_j < \dots$, каждый из которых больше предыдущего, хотя сами размеры неизвестны.

Если есть возможность опытным путем сравнить интересующий нас размер Q_i с одним из членов ранжированного ряда Q_j , то экспериментальное решение неравенства $Q_i < > Q_j$, можно рассматривать как результат измерения, дающий некоторую количественную информацию о Q_i .

Шкала Бофорта для измерения силы ветра

Балл	Название	Признак
0	Штиль	Дым идёт вертикально
1	Тихий	Дым идёт слегка наклонно
2	Лёгкий	Ощущается лицом, шелестят листья
3	Слабый	Развеваются флаги
4	Умеренный	Поднимается пыль
5	Свежий	Вызывает волны на воде
6	Сильный	Свистит в вантах, гудят провода
7	Крепкий	На волнах образуется пена
8	Очень крепкий	Трудно идти против ветра
9	Шторм	Срывает черепицу
10	Сильный шторм	Вырывает деревья с корнем
11	Жестокий шторм	Большие разрушения
12	Ураган	Опустошительное действие

Пример шкалы порядка

Минералогическая шкала твёрдости

Балл	Твёрдость
0	Меньше твёрдости талька
1	Равна или больше твёрдости талька, но меньше твёрдости гипса
2	Равна или больше твёрдости гипса, но меньше твёрдости известкового шпата
3	Равна или больше твёрдости известкового шпата, но меньше твёрдости плавикового шпата
4	Равна или больше твёрдости плавикового шпата, но меньше твёрдости апатита
5	Равна или больше твёрдости апатита, но меньше твёрдости полевого шпата
6	Равна или больше твёрдости полевого шпата, но меньше твёрдости кварца
7	Равна или больше твёрдости кварца, но меньше твёрдости топаза
8	Равна или больше твёрдости топаза, но меньше твёрдости корунда
9	Равна или больше твёрдости корунда, но меньше твёрдости алмаза
10	Равна твёрдости алмаза или больше её

***Шкала интервалов** (шкала разностей) служит для представления результатов измерений, полученных посредством экспериментального сравнения i -го размера с j -м по правилу $Q_i - Q_j = \Delta Q$. Сами размеры Q_i и Q_j остаются при этом неизвестными.

Шкала разностей состоит из одинаковых интервалов, имеет единицу измерений и произвольно выбранное начало, т.е. нулевую отметку.

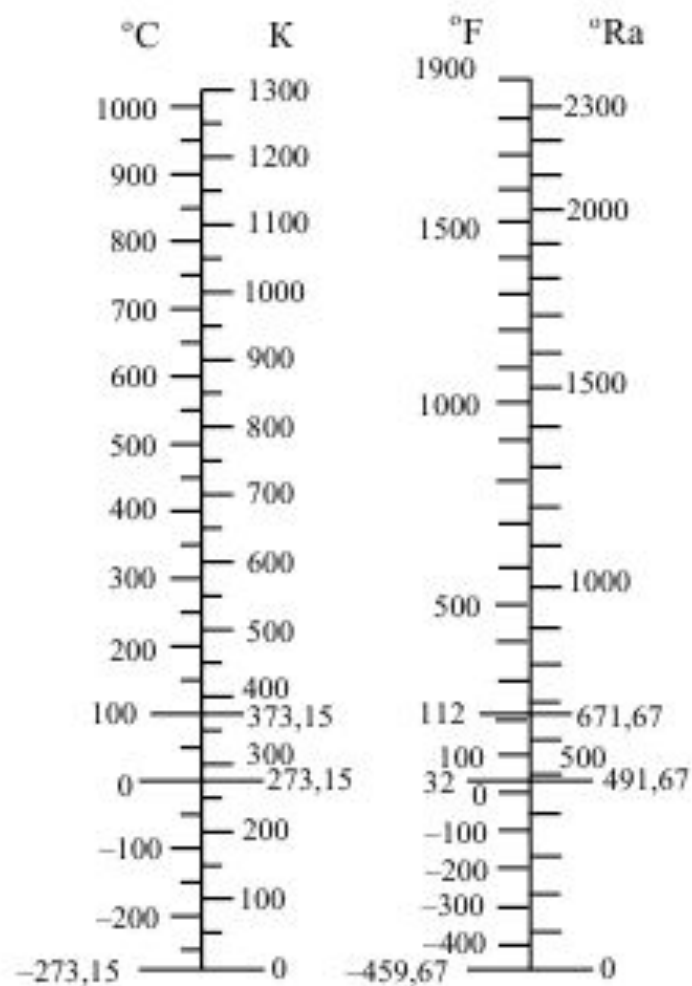


Рис. 1.2. Температурные шкалы Цельсия, Кельвина, Фаренгейта, Реомюра и их соотношения [19, 20]

***Шкала отношений** служит для представления результатов измерений, полученных посредством экспериментального сравнения неизвестного размера $Q_i = Q$ с размером $Q_j = [Q]$ по правилу $Q / [Q] = q$.

Числовое значение q показывает, во сколько раз измеряемый размер Q отличается от размера $[Q]$, принятого за единицу измерения, или на сколько единиц он больше нуля.

Шкала отношений является самой совершенной и наиболее распространенной из всех измерительных шкал. Это единственная шкала, по которой можно установить значение измеренного размера.

***Абсолютные шкалы** – это шкалы, обладающие всеми признаками шкал отношений и имеющие свой признак – естественное, однозначное определение единицы измерений.

Абсолютные шкалы используют для измерений относительных величин, таких как коэффициент усиления, коэффициент отражения, коэффициент амплитудной модуляции и др.

Спасибо за внимание!