

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «24» февраля 2025 г. № 359

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ И КОМПОЗИТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ
В ДИАПАЗОНЕ ОТ 1 ДО 500 кВ СО СПЕКТРАЛЬНЫМИ
СОСТАВЛЯЮЩИМИ ОТ 0,3 ДО 50 ПОРЯДКА, В ДИАПАЗОНЕ
ЧАСТОТ ОТ 15 ДО 2500 Гц**

1 Область применения

Настоящая Государственная поверочная схема (далее – ГПС) распространяется на средства измерений электрического напряжения переменного тока промышленной частоты и композитного напряжения (сигнал электрического напряжения, включающий в себя основную частоту и наложенные на него спектральные составляющие) в диапазоне от 1 до 500 кВ со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц, и устанавливает порядок передачи единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, композитного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц от государственного первичного специального эталона этим средствам измерений при помощи вторичных эталонов и рабочих эталонов с указанием показателей точности и методов передачи единицы величины.

В данной Государственной поверочной схеме указаны амплитудные значения напряжения переменного тока, при этом допускается использовать среднеквадратическое значение напряжения, связанное с амплитудным значением напряжения посредством коэффициента $\sqrt{2}$, при условии, что суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения не превышает 5 % при проведении измерений в питающей сети.

Соотношение погрешностей при поверке между вышестоящим эталоном и поверяемым эталоном или средством измерений должно быть не более 1/2 с учетом погрешности, вносимой методом передачи. Также допускается проводить поверку рабочих эталонов и средств измерений с помощью эталонов более высокой точности.

Графическая часть государственной поверочной схемы для средств измерений электрического напряжения переменного тока промышленной частоты представлена в Приложении А, средств измерений композитного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц представлена в Приложении Б.

2 Термины и определения

В ГПС применены следующие термины с соответствующими определениями:

композитное напряжение — сигнал электрического напряжения, совмещающий в себе напряжение основной составляющей частоты и наложенный на него сигнал или сигналы спектральной составляющей;

промышленная частота — частота, на которой производится электроэнергия в электроэнергетической системе как централизованном источнике. В данной ГПС как промышленная, так и основная частота составляет 50 Гц;

спектральная составляющая электрического напряжения — частотная составляющая сигнала конкретной частоты из определённого спектра, включающего субгармонические, гармонические и интергармонические составляющие;

электрическое напряжение — скалярная физическая величина, характеризующая электрическое поле;

основная составляющая спектра — составляющая первого порядка ряда Фурье периодической величины;

коэффициент масштабного преобразования напряжения — отношение первичного напряжения ко вторичному напряжению масштабного измерительного преобразователя высокого напряжения.

3 Государственный первичный специальный эталон

3.1 Государственный первичный специальный эталон (далее — ГПСЭ) состоит из комплекса следующих средств измерений:

- блок высоковольтный преобразовательный;
- блок уравнивания токов;
- блок опорного напряжения;
- блок плеча низкого напряжения;
- делители напряжения;
- высоковольтная резистивная часть;
- генератор гармонических сигналов напряжения;
- измеритель гармонических сигналов напряжения;
- система мониторинга условий внешней среды.

3.2 Диапазон значений электрического напряжения, в котором воспроизводится единица величины, составляет:

напряжение переменного тока промышленной частоты и композитного напряжения от 1 до 500 кВ;

спектральные составляющие от 0,3 до 50 порядка;

частотное напряжение от 0,05 до 16500 В.

3.3 Государственный первичный специальный эталон обеспечивает воспроизведение единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, композитного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ

со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц с показателями точности при 10 независимых измерениях, указанными в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели точности ГПСЭ

Диапазон напряжения переменного тока, кВ	Частота, Гц (порядок спектральной составляющей)	Обозначение показателя точности	Значение показателя точности (относительные единицы)
От 1 до 500	50 (1)	S_0	$2,1 \cdot 10^{-4}$
		θ_0	$1,9 \cdot 10^{-4}$
		u_A	$2,1 \cdot 10^{-4}$
		u_B	$1,0 \cdot 10^{-4}$
От 1 до 500	От 15 до 2500 (От 0,3 до 50)	S_0	$9,0 \cdot 10^{-4}$
		θ_0	$4,0 \cdot 10^{-3}$
		u_A	$9,0 \cdot 10^{-4}$
		u_B	$2,3 \cdot 10^{-3}$

где:

S_0 – среднее квадратическое отклонение результата измерений;

θ_0 – неисключённая систематическая погрешность;

u_A – стандартная неопределенность, оцениваемая по типу А;

u_B – стандартная неопределенность, оцениваемая по типу В.

3.4 Нестабильность u_0 эталона за год составляет:

в части воспроизведения, хранения и передачи единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты – не более $2,0 \cdot 10^{-5}$;

в части воспроизведения, хранения и передачи единицы композитного напряжения со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц – не более $2,0 \cdot 10^{-4}$.

3.5 Государственный первичный специальный эталон применяют для передачи единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, композитного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц вторичному эталону, рабочим эталонам 1-го и 2-го разряда и средствам измерений непосредственным сличением, сличением при помощи компаратора и методом косвенных измерений.

4 Вторичные эталоны

4.1 В качестве вторичных эталонов единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, композитного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ со спектральными составляющими

от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц применяют эталон сравнения, измерительные системы высокого напряжения переменного тока и масштабные измерительные преобразователи высокого напряжения с коэффициентом масштабного преобразования K_U от 1 до 100000.

4.2 В качестве эталона сравнения применяют следующий комплекс средств измерений:

транспортируемый преобразователь высокого напряжения переменного тока с диапазоном рабочего напряжения от 1 до 200 кВ;

цифровой вольтметр;

транспортируемый преобразователь высокого напряжения переменного тока с диапазоном рабочего напряжения от 1 до 100 кВ;

измеритель гармонических составляющих напряжения;

персональный компьютер.

4.2.1 Эталон сравнения имеет следующие показатели точности:

среднее квадратическое отклонение S_0 единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты не превышает $2,1 \cdot 10^{-4}$ при 10-ти независимых измерениях, или стандартная неопределенность, оцениваемая по типу А, u_A , не превышает $2,1 \cdot 10^{-4}$;

неисключённая систематическая погрешность Θ_0 единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты не превышает $2,4 \cdot 10^{-4}$, стандартная неопределенность, оцениваемая по типу В, u_B , не превышает $2,0 \cdot 10^{-4}$;

нестабильность v_0 эталона при проведении сличений не превышает $2,4 \cdot 10^{-5}$;

среднее квадратическое отклонение S_0 единицы композитного напряжения со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц не превышает $9,0 \cdot 10^{-4}$ при 10-ти независимых измерениях, или со стандартной неопределенностью, оцениваемой по типу А, u_A , не превышает $9,0 \cdot 10^{-4}$;

неисключённая систематическая погрешность Θ_0 единицы композитного напряжения со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц не превышает $4,6 \cdot 10^{-3}$, стандартная неопределенность, оцениваемая по типу В, u_B , не превышает $2,5 \cdot 10^{-3}$;

нестабильность v_0 эталона при проведении сличений не превышает $2,5 \cdot 10^{-4}$.

4.2.2 Эталон сравнения используют в качестве транспортируемой эталонной установки для проведения сличений с эталонами национальных метрологических институтов.

4.3 Вторичные эталоны получают единицу электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, композитного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц непосредственно от государственного первичного специального эталона, а также хранят

и передают данную единицу со следующими метрологическими характеристиками:

среднее квадратическое отклонение S_0 вторичных эталонов единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты не должно превышать $2,3 \cdot 10^{-4}$ при 10-ти независимых измерениях, или стандартная неопределенность, оцениваемая по типу А, u_A , не превышающая $2,3 \cdot 10^{-4}$;

неисключённая систематическая погрешность Θ_0 при передаче единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты не превышает $5,0 \cdot 10^{-4}$, стандартная неопределенность, оцениваемая по типу В, u_B , не превышает $2,5 \cdot 10^{-4}$;

нестабильность вторичных эталонов единиц электрического напряжения переменного тока промышленной частоты и коэффициента масштабного преобразования за год составляет не более $4,0 \cdot 10^{-5}$;

среднее квадратическое отклонение S_0 единицы композитного напряжения со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц, не должно превышать $9,0 \cdot 10^{-4}$ при 10-ти независимых измерениях, или стандартная неопределенность, оцениваемая по типу А, u_A , не должна превышать $9,0 \cdot 10^{-4}$;

неисключённая систематическая погрешность Θ_0 при передаче единицы композитного напряжения со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц не превышает $5,0 \cdot 10^{-3}$, стандартная неопределенность, оцениваемая по типу В, u_B , не превышает $2,5 \cdot 10^{-3}$;

нестабильность вторичных эталонов единиц композитного напряжения со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц и коэффициента масштабного преобразования за год не более $5,0 \cdot 10^{-4}$.

4.3.1 Вторичные эталоны применяют для поверки рабочих эталонов 1-го и 2-го разряда и средств измерений непосредственным сличением, методом косвенных измерений и сличением при помощи компаратора.

5 Рабочие эталоны 1-го разряда

5.1 В качестве рабочих эталонов 1-го разряда используют масштабные измерительные преобразователи высокого напряжения с коэффициентом масштабного преобразования K_U от 1 до 100000, измерительные системы высокого напряжения, киловольтметры и измерители напряжения.

5.2 Доверительные границы относительных погрешностей δ_0 рабочих эталонов 1-го разряда, при доверительной вероятности $P = 0,95$ или пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 составляют:

в части напряжения переменного тока промышленной частоты от $\pm 0,1 \%$ до $\pm 0,3 \%$;

в части композитного напряжения со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, частоты от 15 до 2500 Гц не превышают $\pm 2 \%$.

5.3 Нестабильность рабочих эталонов 1-го разряда единиц электрического напряжения переменного тока промышленной частоты и коэффициента масштабного преобразования за год составляет не более 0,01 %¹.

5.4 Нестабильность рабочих эталонов 1-го разряда единицы композитного напряжения со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, частотой от 15 до 2500 Гц и коэффициента масштабного преобразования за год составляет не более 0,1 %².

5.5 Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для поверки рабочих эталонов 2-го разряда и средств измерений непосредственным сличением, методом косвенных измерений и сличением при помощи компаратора.

6 Рабочие эталоны 2-го разряда

6.1 В качестве рабочих эталонов 2-го разряда используют масштабные измерительные преобразователи высокого напряжения с коэффициентом масштабного преобразования K_U от 1 до 100000, измерительные системы высокого напряжения, киловольтметры, измерители напряжения и вольтметры амплитудные.

6.2 Доверительные границы относительных погрешностей δ_0 рабочих эталонов 2-го разряда, при доверительной вероятности $P = 0,95$ или пределы допускаемой относительной погрешности напряжения Δ_0 составляют в части напряжения переменного тока промышленной частоты от $\pm 0,3$ до $\pm 1,0$ %.

6.3 Нестабильность рабочих эталонов 2-го разряда единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты за год составляет не более 0,05 %³.

6.4 Рабочие эталоны 2-го разряда применяют для поверки средств измерений непосредственным сличением, методом прямых измерений, методом косвенных измерений и сличением при помощи компаратора.

¹ Нестабильность определяется для рабочих эталонов 1-го разряда утвержденного типа, в случаях, если данный параметр нормируется в описании типа и аттестованных в соответствии с положениями Постановления Правительства РФ от 23.09.2010 № 734.

Для рабочих эталонов 1-го разряда, представляющих собой измерительные системы высокого напряжения, киловольтметры и измерители напряжения, для определения нестабильности используют значения характеристик погрешности измерений, определенных при проведении текущей и предыдущей поверки (аттестации).

² Нестабильность определяется для рабочих эталонов 1-го разряда утвержденного типа, в случаях, если данный параметр нормируется в описании типа и аттестованных в соответствии с положениями Постановления Правительства РФ от 23.09.2010 № 734 и Приказа Минпромторга России от 11.02.2020 № 456.

Для рабочих эталонов 1-го разряда, представляющих собой измерительные системы высокого напряжения, для определения нестабильности используют значения характеристик погрешности измерений, определенных при проведении текущей и предыдущей поверки (аттестации).

³ Нестабильность определяется для рабочих эталонов 2-го разряда утвержденного типа, в случаях, если данный параметр нормируется в описании типа и аттестованных в соответствии с положениями Постановления Правительства РФ от 23.09.2010 № 734 и Приказа Минпромторга России от 11.02.2020 № 456.

Для рабочих эталонов 2-го разряда, представляющих собой измерительные системы высокого напряжения, киловольтметры, измерители напряжения и вольтметры амплитудные, для определения нестабильности используют значения характеристик погрешности измерений, определенных при проведении текущей и предыдущей поверки (аттестации).

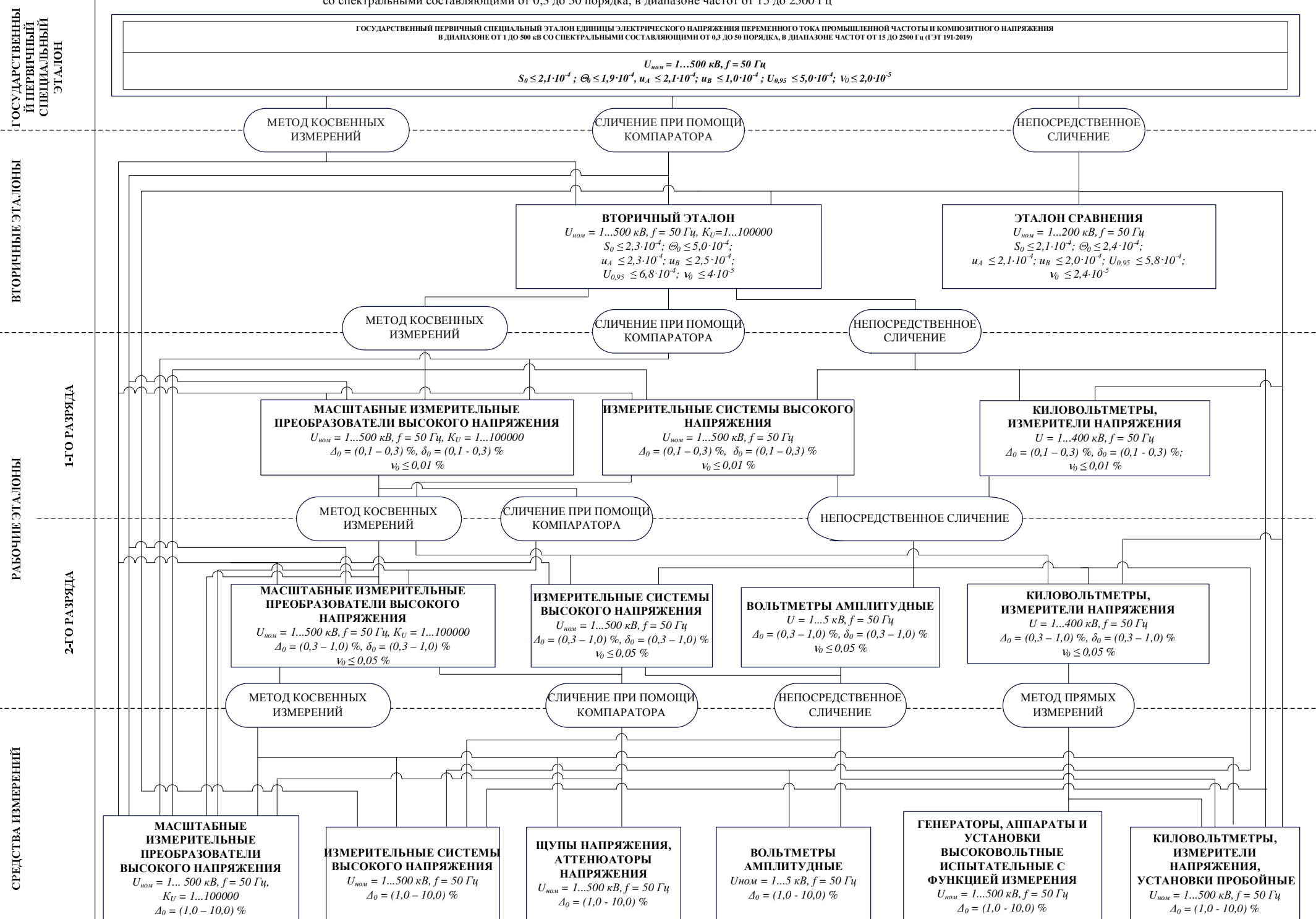
7 Средства измерений

7.1 В качестве средств измерений используют измерительные системы высокого напряжения, масштабные измерительные преобразователи высокого напряжения с коэффициентом масштабного преобразования K_U от 1 до 100000, киловольтметры, измерители напряжения, вольтметры амплитудные, щупы напряжения, аттенюаторы напряжения, генераторы, аппараты и установки высоковольтные испытательные с функцией измерения, измерительные системы высокого напряжения с делителями напряжения, преобразователями электронными, электромагнитными трансформаторами напряжения, установки пробойные и измерительные трансформаторы напряжения (в части измерения спектральных составляющих).

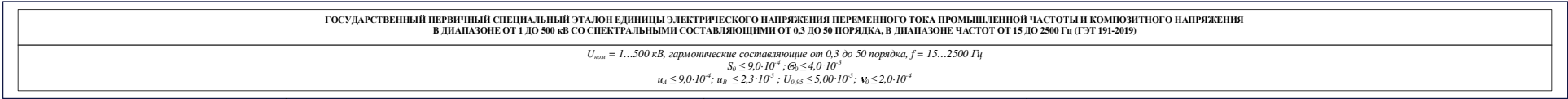
7.2 Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений:

в части напряжения переменного тока промышленной частоты и коэффициента масштабного преобразования составляют от $\pm 1,0$ до $\pm 10,0$ %;

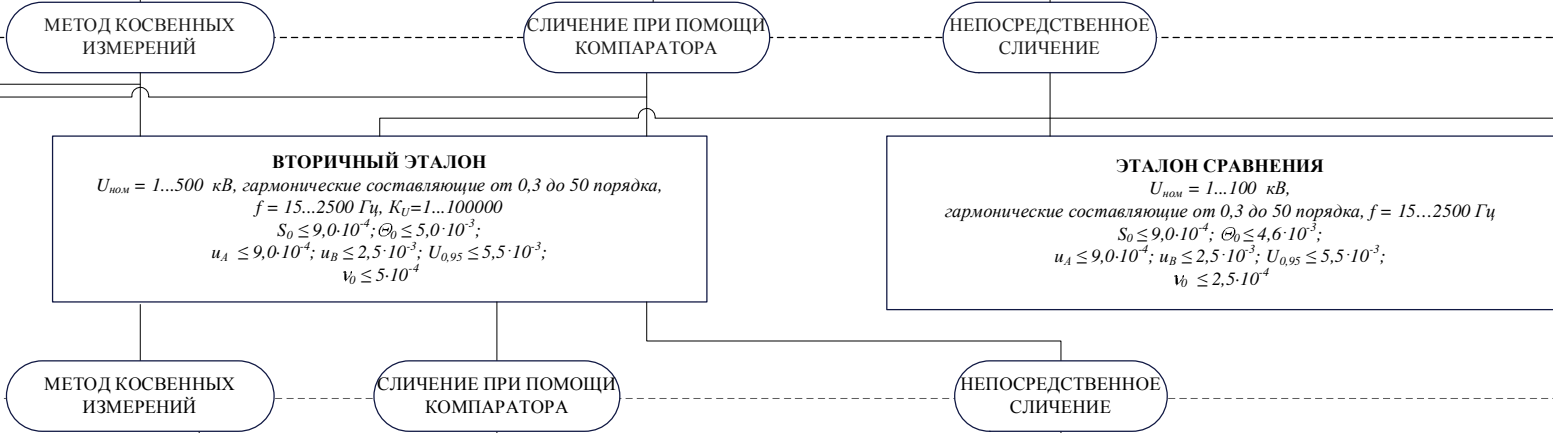
в части комбинированного напряжения со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц от $\pm 2,0$ до ± 30 %.



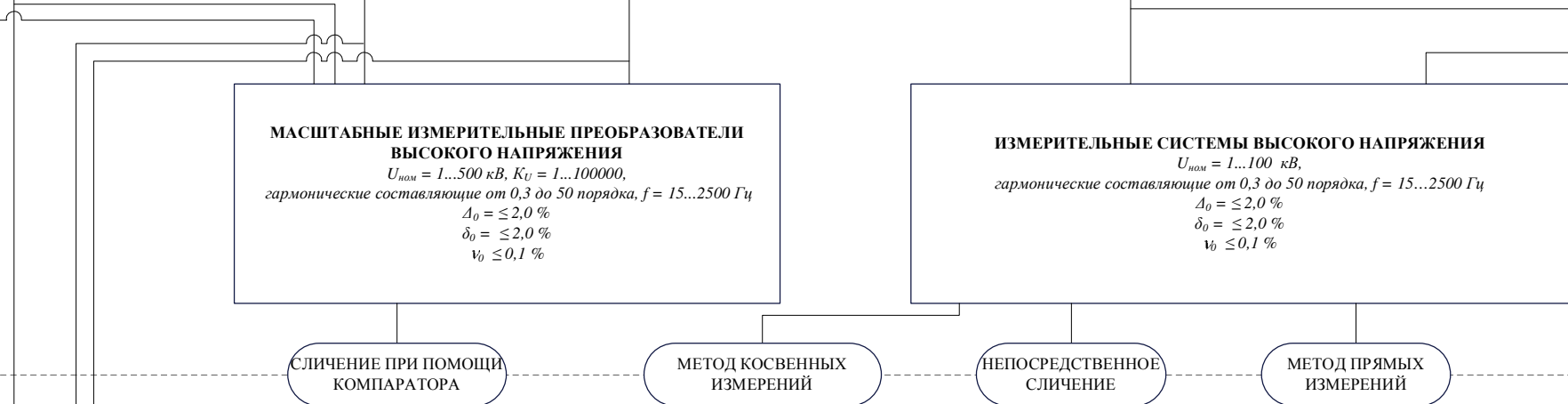
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
И ПЕРВИЧНЫЙ
СПЕЦИАЛЬНЫЙ
ЭТАЛОН



ВТОРИЧНЫЕ ЭТАЛОНЫ



РАБОЧИЕ ЭТАЛОНЫ 1-ГО РАЗРЯДА



СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

