

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «01» августа 2023 г. № 1537

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НАПРЯЖЕННОСТЕЙ
ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ
С ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ФРОНТА ИМПУЛЬСОВ В ДИАПАЗОНЕ
ОТ 10 ДО 100 ПС**

1. Область применения

1.1. Настоящая государственная поверочная схема распространяется на средства измерений напряженностей импульсных электрического и магнитного полей с длительностью фронта импульсов в диапазоне от 10 до 100 пс и устанавливает порядок передачи единиц напряженностей импульсных электрического – вольт на метр (В/м) – и магнитного – ампер на метр (А/м) – полей от государственного первичного специального эталона с помощью вторичных (рабочих) эталонов средствам измерений с указанием погрешностей, неопределенностей и основных методов передачи единиц.

1.2. Графическая часть государственной поверочной схемы для средств измерений напряженностей импульсных электрического и магнитного полей с длительностью фронта импульсов в диапазоне от 10 до 100 пс представлена в приложении А.

2. Государственный первичный специальный эталон

2.1. Государственный первичный специальный эталон (далее – ГПСЭ) единиц напряженностей импульсных электрического и магнитного полей с длительностью фронта импульсов в диапазоне от 10 до 100 пс включает в себя:

полеобразующую систему;

комплект генераторов перепада импульсов напряжения;

комплект ответвителей для измерений параметров импульсов напряжения в конической полеобразующей системе;

измерительную систему импульсных электромагнитных полей со сверхкороткой длительностью фронта.

2.2. Диапазоны значений напряженностей импульсных электрического и магнитного полей с длительностью фронта импульсов в диапазоне от 10 до 100 пс, воспроизводимых ГПСЭ, составляют от $1,0 \cdot 10^{-1}$ до $3,0 \cdot 10$ В/м и от $2,6 \cdot 10^{-4}$ до $7,9 \cdot 10^{-2}$ А/м.

Длительность фронта τ_f воспроизводимых импульсов напряженностей электрического и магнитного полей между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды составляет от $10 \cdot 10^{-12}$ до $10 \cdot 10^{-11}$ с.

Максимальная длительность $\tau_{\text{и}}$ воспроизводимых импульсов напряженностей электрического и магнитного полей на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды – не более $1 \cdot 10^{-9}$ с.

Частота следования воспроизводимых импульсов от 1 до $1 \cdot 10^4$ Гц, а также воспроизводится однократный импульс.

2.3. ГПСЭ обеспечивает воспроизведение единиц напряженностей импульсных электрического и магнитного полей с длительностью фронта импульсов в диапазоне от 10 до 100 пс со средним квадратическим отклонением результата измерений S_0 не более $0,2 \cdot 10^{-2}$ при 50 независимых наблюдениях (количество усреднений при каждом наблюдении не менее 100).

Неисключенная систематическая погрешность $\Theta_{\text{оЕ}}$ воспроизведения единицы напряженности импульсного электрического поля (доверительная вероятность $P = 0,99$, коэффициент $k = 1,4$) не превышает $5,6 \cdot 10^{-2}$ – в интервале от 20 до 150 пс от начала импульса (уровень 0,5 на фронте импульса) и $2,8 \cdot 10^{-2}$ – в установившемся режиме от 150 пс до 1,0 нс.

Неисключенная систематическая погрешность $\Theta_{\text{оН}}$ воспроизведения единицы напряженности импульсного магнитного поля (доверительная вероятность $P = 0,99$, коэффициент $k = 1,4$) не превышает $5,6 \cdot 10^{-2}$ – в интервале от 20 до 150 пс от начала импульса (уровень 0,5 на фронте импульса) и $2,8 \cdot 10^{-2}$ – в установившемся режиме от 150 пс до 1,0 нс.

Стандартные неопределенности $u_{\text{А(Е)}}$, $u_{\text{В(Е)}}$ измерений при воспроизведении единицы напряженности импульсного электрического поля:

оцененная по типу А $u_{\text{А(Е)}}$ составляет не более $0,2 \cdot 10^{-2}$;

оцененная по типу В $u_{\text{В(Е)}}$ составляет не более $2,4 \cdot 10^{-2}$ – в интервале от 20 до 150 пс от начала импульса (уровень 0,5 на фронте импульса) и $1,2 \cdot 10^{-2}$ – в установившемся режиме от 150 пс до 1,0 нс.

Суммарная стандартная неопределенность $u_{\text{С(Е)}}$ измерений при воспроизведении единицы напряженности импульсного электрического поля составляет не более $2,4 \cdot 10^{-2}$ – в интервале от 20 до 150 пс от начала импульса (уровень 0,5 на фронте импульса) и $1,2 \cdot 10^{-2}$ – в установившемся режиме от 150 пс до 1,0 нс.

Стандартные неопределенности $u_{\text{А(Н)}}$, $u_{\text{В(Н)}}$ измерений при воспроизведении единицы напряженности импульсного магнитного поля:

оцененная по типу А $u_{\text{А(Н)}}$ составляет не более $0,2 \cdot 10^{-2}$;

оцененная по типу В $u_{\text{В(Н)}}$ составляет не более $2,4 \cdot 10^{-2}$ – в интервале от 20 до 150 пс от начала импульса (уровень 0,5 на фронте импульса) и $1,2 \cdot 10^{-2}$ – в установившемся режиме от 150 пс до 1,0 нс.

Суммарная стандартная неопределенность $u_{\text{С(Н)}}$ измерений при воспроизведении единицы напряженности импульсного магнитного поля составляет не более $2,4 \cdot 10^{-2}$ – в интервале от 20 до 150 пс от начала импульса (уровень 0,5 на фронте импульса) и $1,2 \cdot 10^{-2}$ – в установившемся режиме от 150 пс до 1,0 нс.

Нестабильность ν ГПСЭ за год составляет $2 \cdot 10^{-4}$.

2.4. ГПСЭ применяют для передачи единиц величин вторичным (рабочим) эталонам и высокоточным средствам измерений методом прямых измерений или сличением при помощи компаратора. Доверительные границы δ_o относительной погрешности при передаче единиц величин при доверительной вероятности 0,95 ($P=0,95$, $k=1,1$) составляют от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $5,0 \cdot 10^{-2}$ в интервале от 20 до 150 пс от начала импульса (уровень 0,5 на фронте импульса) и от $1,0 \cdot 10^{-2}$ до $3,0 \cdot 10^{-2}$ в установившемся режиме от 150 пс до 1,0 нс при 10 независимых наблюдениях (количество усреднений при каждом наблюдении не менее 100).

3. Вторичные эталоны

3.1. В качестве вторичных (рабочих) эталонов единиц напряженностей импульсных электрического и магнитного полей применяют:

а) вторичные (рабочие) эталоны единицы напряженности импульсного электрического поля на основе измерительных преобразователей, полеобразующей системы и осциллографического регистратора в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-1}$ до $1,0 \cdot 10^6$ В/м с временем нарастания τ_n переходной характеристики от $1 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды, длительностью $\tau_{пх}$ переходной характеристики от $1 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-7}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и доверительными границами суммарной относительной погрешности δ_o воспроизводимой единицы величины (доверительная вероятность $P=0,95$) от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $7,0 \cdot 10^{-2}$;

б) вторичные (рабочие) эталоны единицы напряженности импульсного магнитного поля на основе измерительных преобразователей, полеобразующей системы и осциллографического регистратора в диапазоне от $2,6 \cdot 10^{-4}$ до $2,6 \cdot 10^3$ А/м с временем нарастания τ_n переходной характеристики от $1 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды, длительностью $\tau_{пх}$ переходной характеристики от $1 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-7}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и доверительными границами суммарной относительной погрешности δ_o воспроизводимой единицы величины (доверительная вероятность $P=0,95$) от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $7,0 \cdot 10^{-2}$;

в) вторичные (рабочие) эталоны единиц напряженностей импульсных электрического и магнитного полей на основе вибраторов и возбуждающих генераторов импульсного напряжения в диапазонах от $1,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,0 \cdot 10^4$ В/м и от $2,6 \cdot 10^{-5}$ до $2,6 \cdot 10$ А/м с длительностью фронта τ_f импульсов от $1 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды, длительностью τ_n импульсов $1 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-8}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и доверительными границами суммарной относительной погрешности δ_o воспроизводимых единиц величин (доверительная вероятность $P=0,95$) от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $8,0 \cdot 10^{-2}$;

г) вторичные (рабочие) эталоны единиц напряженностей импульсных электрического и магнитного полей на основе ТЕМ-камеры и возбуждающих генераторов импульсного напряжения в диапазонах от 1,0 до $5,0 \cdot 10^5$ В/м и от $2,6 \cdot 10^{-3}$ до $1,3 \cdot 10^3$ А/м с длительностью фронта τ_f импульсов от $5 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды, длительностью τ_n импульсов от $1 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и доверительными границами суммарной относительной погрешности δ_o воспроизводимых единиц величин (доверительная вероятность $P=0,95$) от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $8,0 \cdot 10^{-2}$;

д) вторичные (рабочие) эталоны единиц напряженностей импульсных электрического и магнитного полей на основе ТЕМ-рупоров и возбуждающих генераторов импульсного напряжения в диапазонах от 1,0 до $1,0 \cdot 10^6$ В/м

и от $2,6 \cdot 10^{-3}$ до $2,6 \cdot 10^3$ А/м с длительностью фронта τ_f импульсов от $1 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды, длительностью τ_n импульсов от $1 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и доверительными границами суммарной относительной погрешности δ_o воспроизводимых единиц величин (доверительная вероятность $P=0,95$) от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $8,0 \cdot 10^{-2}$.

3.2. Вторичные (рабочие) эталоны применяют для поверки средств измерений методом прямых измерений или сличением при помощи компаратора. Доверительные границы δ_o относительной погрешности при передаче единиц величин при доверительной вероятности 0,95 ($P=0,95$, $k=1,1$) составляют от $1,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,0 \cdot 10^{-1}$ при 10 независимых наблюдениях (число усреднений при каждом наблюдении не менее 100).

4. Средства измерений

4.1. В качестве средств измерений применяют:

а) высокоточные измерительные преобразователи напряженности импульсного магнитного поля в диапазоне от $2,0 \cdot 10^{-4}$ до $2,6 \cdot 10^3$ А/м, с коэффициентом преобразования k_{np} от $5,0 \cdot 10^{-4}$ до $1,0 \cdot 10$ В·А⁻¹·м, с временем нарастания τ_n переходной характеристики от $1 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды и длительностью $\tau_{пх}$ переходной характеристики от $2 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и пределами допускаемой относительной погрешности Δ_0 от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $7,0 \cdot 10^{-2}$;

б) генераторы напряженностей импульсных электрического и магнитного полей в диапазонах от $1,0 \cdot 10^{-1}$ до $1,0 \cdot 10^6$ В/м и от $2,6 \cdot 10^{-4}$ до $2,6 \cdot 10^3$ А/м, с длительностью фронта импульсов от $1 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды и длительностью τ_n импульсов от $1 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и пределами допускаемой относительной погрешности Δ_0 от $4,5 \cdot 10^{-2}$ до $1,5 \cdot 10^{-1}$;

в) измерительные преобразователи напряженности импульсного электрического поля в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-2}$ до $2,0 \cdot 10^6$ В/м, с коэффициентом преобразования k_{np} от $5,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,0 \cdot 10$ В·В⁻¹·м, с временем нарастания τ_n переходной характеристики от $1 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды и длительностью $\tau_{пх}$ переходной характеристики от $2 \cdot 10^{-11}$ до $3 \cdot 10^{-7}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и пределами допускаемой относительной погрешности Δ_0 от $4,0 \cdot 10^{-2}$ до $2,0 \cdot 10^{-1}$;

г) измерительные преобразователи напряженности импульсного электрического поля в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-1}$ до $1,0 \cdot 10^5$ В/м, с коэффициентом преобразования k_{np} от $1,0 \cdot 10^{-8}$ до $5,0 \cdot 10^{-2}$ В·В⁻¹·м, с временем нарастания τ_n переходной характеристики от $1 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды и длительностью $\tau_{пх}$ переходной

характеристики от $2 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и пределами допускаемой относительной погрешности Δ_0 от $4,0 \cdot 10^{-2}$ до $2,0 \cdot 10^{-1}$;

д) измерительные преобразователи напряженности импульсного магнитного поля в диапазоне от $2,0 \cdot 10^{-4}$ до $2,0 \cdot 10^3$ А/м, с коэффициентом преобразования k_{np} от $5,0 \cdot 10^{-5}$ до $5,0 \cdot 10$ В·А⁻¹·м, с временем нарастания τ_n переходной характеристики от $1 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды и длительностью $\tau_{пх}$ переходной характеристики от $2 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и пределами допускаемой относительной погрешности Δ_0 от $4,0 \cdot 10^{-2}$ до $2,0 \cdot 10^{-1}$;

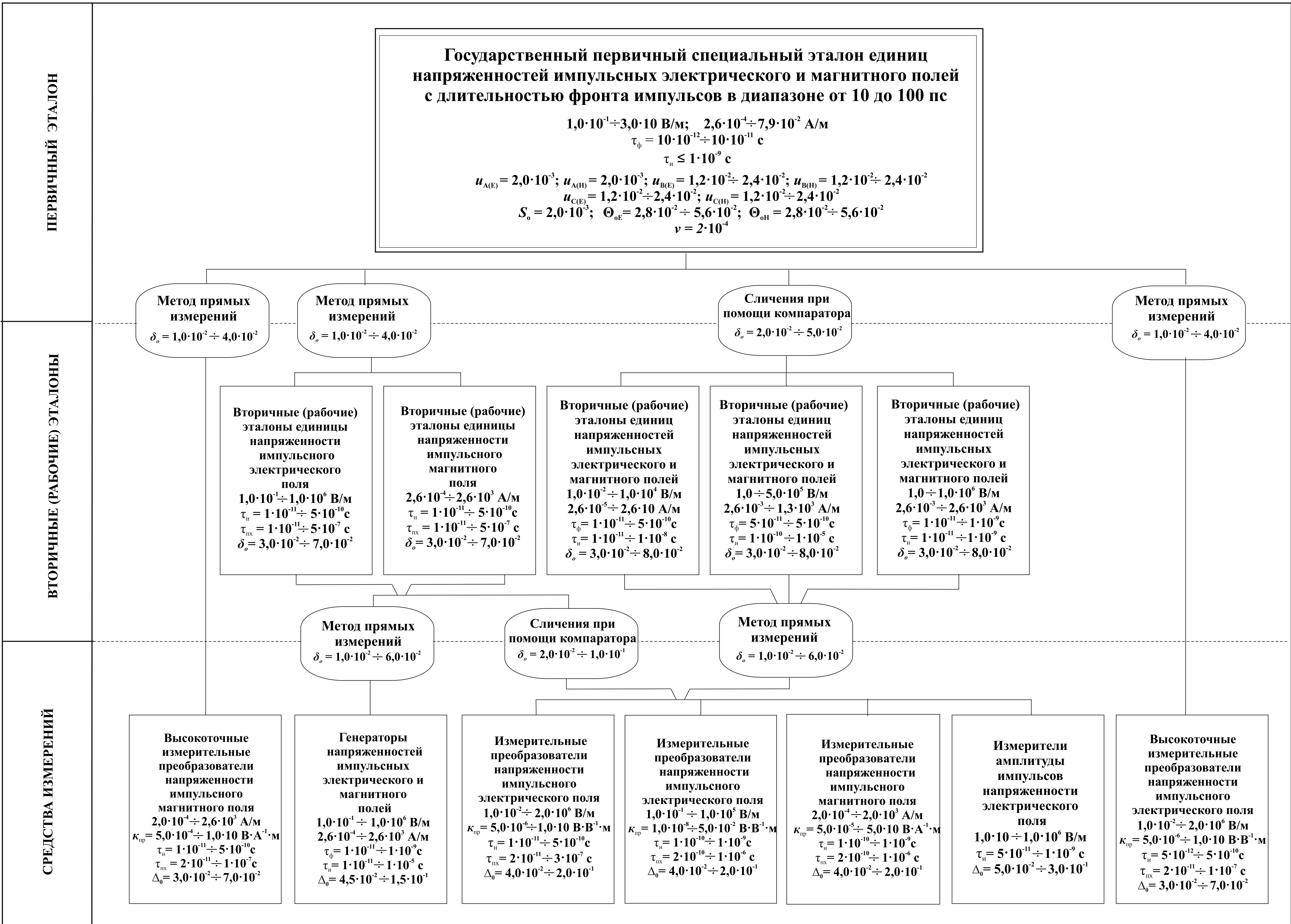
е) измерители амплитуды импульсов напряженности электрического поля в диапазоне от $1,0 \cdot 10$ до $1,0 \cdot 10^6$ В/м с длительностью τ_n измеряемых импульсов от $5 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и пределами допускаемой относительной погрешности Δ_0 от $5,0 \cdot 10^{-2}$ до $3,0 \cdot 10^{-1}$;

ж) высокоточные измерительные преобразователи напряженности импульсного электрического поля в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-2}$ до $2,0 \cdot 10^6$ В/м, с коэффициентом преобразования k_{np} от $5,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,0 \cdot 10$ В·В⁻¹·м, с временем нарастания τ_n переходной характеристики от $5 \cdot 10^{-12}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ с между уровнями 0,1 и 0,9 от установившегося значения амплитуды и длительностью $\tau_{пх}$ переходной характеристики от $2 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ с на уровне 0,5 от установившегося значения амплитуды и пределами допускаемой относительной погрешности Δ_0 от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $7,0 \cdot 10^{-2}$.

4.2. Пределы Δ_0 допускаемой относительной погрешности средств измерений при доверительной вероятности 0,95 ($P=0,95$, $k=1,1$) указаны при 10 независимых наблюдениях (количество усреднений при каждом наблюдении не менее 100).

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
НАПРЯЖЕННОСТЕЙ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ
С ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ФРОНТА ИМПУЛЬСОВ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 10 ДО 100 ПС

Приложение А



Обозначения:

τ_{ϕ} - длительность фронта импульса между уровнями от 0,1 до 0,9;
 $\tau_{\text{н}}$ - длительность импульса на уровне 0,5;
 $\tau_{\text{н}}$ - время нарастания переходной характеристики между уровнями от 0,1 до 0,9;
 $\tau_{\text{пх}}$ - длительность переходной характеристики на уровне 0,5;
 $\kappa_{\text{пр}}$ - коэффициент преобразования средства измерений;
 ν - нестабильность за год;

S_0 - среднее квадратическое отклонение воспроизведения единиц величин;
 $\Theta_{\text{оЕ}}, \Theta_{\text{оН}}$ - неисключенные систематические погрешности воспроизведения единиц величин (доверительная вероятность $P=0,99$, коэффициент $k=1,4$);
 δ_0 - доверительные границы относительной погрешности при передаче, воспроизведении единиц величин (доверительная вероятность $P=0,95$);
 Δ_0 - пределы допускаемой относительной погрешности средства измерений;

$u_{\text{А(Е)}}, u_{\text{А(Н)}}, u_{\text{В(Е)}}, u_{\text{В(Н)}}$ - стандартные неопределенности измерений при воспроизведении единиц величин, оцененные по типу А и В;
 $u_{\text{С(Е)}}, u_{\text{С(Н)}}$ - суммарные стандартные неопределенности измерений при воспроизведении единиц величин