

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «07» августа 2023 г. № 1554

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА МАСШТАБНОГО
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ
В ДИАПАЗОНЕ ОТ $0,1/\sqrt{3}$ ДО $750/\sqrt{3}$ кВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ И ТАНГЕНСА УГЛА ПОТЕРЬ НА
НАПРЯЖЕНИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ
В ДИАПАЗОНЕ ОТ 1 ДО 500 кВ**

1. Область применения

Настоящая государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и средств измерений электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ (далее – ГПС) распространяется на средства измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и средства измерений электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ и устанавливает порядок передачи единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ от Государственного первичного специального эталона единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и единиц электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ (далее – ГПСЭ) с помощью вторичных и рабочих эталонов средствам измерений с указанием пределов погрешностей и основных методов передачи единиц.

Соотношение погрешностей при поверке между вышестоящим эталоном и поверяемым эталоном или средством измерений должно быть не более $\frac{1}{2}$ с учетом погрешности, вносимой методом поверки.

Графическая часть ГПС представлена в приложениях А и Б.

2. Нормативные ссылки

В ГПС использованы ссылки на следующие документы¹:

приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 марта 2023 г. № 640 «Об утверждении Государственного первичного специального эталона единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и единиц электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ»;

¹ Примечание: при пользовании настоящими документами необходимо проверять их актуальность в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений

ГОСТ 23625-2001. Межгосударственный стандарт. Трансформаторы напряжения измерительные лабораторные. Общие технические условия (далее – ГОСТ 23625-2001);

ГОСТ 1983-2015. Межгосударственный стандарт. Трансформаторы напряжения. Общие технические условия (далее – ГОСТ 1983-2015);

ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010. Национальный стандарт. Трансформаторы измерительные. Часть 7. Электронные трансформаторы напряжения (далее – ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010).

3. Термины, определения и обозначения

В ГПС применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1. делитель напряжения: омический, емкостной или емкостно-омический масштабный преобразователь напряжения переменного тока в сигнал напряжения переменного тока, либо в цифровой сигнал;

3.2. трансформатор напряжения измерительный: измерительный преобразователь напряжения электромагнитного типа для масштабного преобразования напряжения переменного тока;

3.3. преобразователь напряжения измерительный: измерительное устройство для преобразования напряжения переменного тока в сигнал переменного тока или напряжения, либо в цифровой сигнал;

3.4. коэффициент масштабного преобразования напряжения переменного тока: векторная величина, модуль которой – безразмерная величина, выражаемая указанием номинальных значений первичного и вторичного напряжения, а номинальный фазовый угол равен нулю;

3.5. погрешность коэффициента масштабного преобразования: относительная разность между действительным и номинальным коэффициентом масштабного преобразования измерительного преобразователя напряжения;

3.6. угловая погрешность измерительного преобразователя напряжения: фазовый сдвиг вторичного напряжения относительно первичного;

3.7. промышленная частота: номинальное значение частоты напряжения переменного тока, равное 50 Гц;

3.8. электронный трансформатор: устройство, состоящее из одного или более датчиков тока или напряжения, которые предназначены для пропорционального преобразования измеряемой величины с целью ее подачи на измерительное устройство, измерительный прибор и защитное устройство или контрольный прибор;

3.9. электронные трансформаторы напряжения: электронный трансформатор, в котором вторичное напряжение при рабочих условиях пропорционально первичному и отличается от него углом фазового сдвига, приблизительно равным нулю при соответствующем направлении соединений;

3.10. цифровые электронные трансформаторы напряжения: электронные трансформаторы напряжения, в котором вторичное напряжение представлено цифровыми копиями сигналов в форме числовых потоков;

3.11. маломощные датчики (преобразователи, трансформаторы) напряжения: маломощные датчики (преобразователи, трансформаторы), применяемые для преобразования напряжения и предназначенные для передачи информационного (измерительного) сигнала на измерительные устройства и приборы;

3.12. цифровые маломощные датчики (преобразователи, трансформаторы) напряжения: маломощные измерительные датчики (преобразователи, трансформаторы) напряжения, в котором вторичное напряжение представлено цифровыми копиями сигналов в форме числовых потоков;

3.13. измерительные установки (системы): совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенных для измерений одной или нескольких физических величин и применяемых для передачи единиц;

3.14. меры K_u и φ_u : масштабные преобразователи, специально сконструированные и изготовленные для использования в качестве мер коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига;

3.15. измерители K_u и φ_u : измерительные приборы, позволяющие определять значения коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига;

3.16. $U_{\text{ном}}$: номинальное значение напряжения переменного тока промышленной частоты;

3.17. K_u : коэффициент масштабного преобразования;

3.18. φ_u : угол фазового сдвига;

3.19. C : электрическая емкость;

3.20. $\text{tg}\delta$: тангенс угла потерь.

4. Государственный первичный специальный эталон

4.1. ГПСЭ предназначен для воспроизведения и хранения единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и единиц электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ и передачи единицы средствам измерений с помощью вторичных и рабочих эталонов с целью обеспечения единства измерений в стране.

4.2. ГПСЭ получает единицу электрической емкости от государственного первичного эталона (далее – ГПЭ) единицы электрической емкости (ГЭТ 25-79), и единицу тангенса угла потерь от ГПЭ единицы угла потерь (ГЭТ 143-85).

4.3. ГПСЭ обеспечивает единство и достоверность измерений в данной области. В основу работы ГПСЭ положен метод компарирования токов.

4.4. ГПСЭ состоит из комплекса следующих технических средств:

меры электрической емкости и тангенса угла потерь;

меры для создания отношений токов в диапазоне масштабных коэффициентов от 0,02 до 20;

меры коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига напряжений;

моста высоковольтного эталонного МВЭ-01;

приставки к мосту высоковольтному эталонному МВЭ-01;

аналого-цифрового устройства сопряжения напряжений эталонного со входом для маломощных датчиков (преобразователей, трансформаторов) напряжения АЦУСНЭ-ММ;

аналого-цифрового устройства сопряжения напряжений эталонного со входом для аналоговых трансформаторов напряжения АЦУСНЭ-ТН;

прибора сравнения цифрового по напряжению и углу фазового сдвига ПСЦ-НУ;

повторителей напряжения и набора мер коэффициентов масштабного преобразования и угла фазового сдвига;

устройства синхронизации времени;

источника высокого напряжения переменного тока ИВН-500;

источника напряжения переменного тока ИН-01;

системы мониторинга условий внешней среды;

персонального компьютера (ноутбука).

4.5. Диапазон значений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и единиц электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ, воспроизводимых эталоном, составляет:

для коэффициента масштабного преобразования K_u – от 0,1 до 750000;

для угла фазового сдвига φ_u – от 0 до 0,1 рад;

для электрической емкости C от 10 до 1000 пФ;

для тангенса угла потерь $tg\delta$ от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-3}$.

4.6. ГПСЭ обеспечивает воспроизведение единиц:

4.6.1. Коэффициента масштабного преобразования со среднеквадратическим отклонением $S(K_u)$, не превышающим $1,6 \cdot 10^{-6} + 7,5 \cdot 10^{-9} \cdot K_{u(изм)}$ при десяти независимых наблюдениях. Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(K_u)$ не превышает $1,9 \cdot 10^{-5}$.

Стандартная неопределенность коэффициента масштабного преобразования, оцениваемая по типу A , $u_A(K_u)$ не превышает $1,6 \cdot 10^{-6} + 7,5 \cdot 10^{-9} \cdot K_{u(изм)}$. Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу B , $u_B(K_u)$ не превышает $1,2 \cdot 10^{-5}$.

Нестабильность эталона за год $v_0(K_u)$ составляет $1 \cdot 10^{-3} \%$.

4.6.2. Угла фазового сдвига со среднеквадратическим отклонением $S(\varphi_u)$, не превышающим $2 \cdot 10^{-6} + 0,005 \cdot \varphi_{u(\text{изм})}$ рад при десяти независимых наблюдениях. Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(\varphi_u)$ не превышает $4,2 \cdot 10^{-5}$ рад.

Стандартная неопределенность результата измерений угла фазового сдвига, оцениваемая по типу A , $u_A(\varphi_u)$ не превышает $2 \cdot 10^{-6} + 0,005 \cdot \varphi_{u(\text{изм})}$ рад. Стандартная неопределенность результата измерения угла фазового сдвига, оцениваемая по типу B , $u_B(\varphi_u)$ не превышает $2,5 \cdot 10^{-5}$ рад.

Нестабильность эталона за год $v_0(\varphi_u)$ составляет $1 \cdot 10^{-5}$ рад.

4.6.3. Электрической емкости со среднеквадратическим отклонением $S(C)$, не превышающим $7 \cdot 10^{-6}$ при десяти независимых измерениях. Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(C)$ не превышает $5 \cdot 10^{-5}$.

Стандартная неопределенность воспроизведения электрической емкости, оцениваемая по типу A , $u_A(C)$ не превышает $7 \cdot 10^{-6}$. Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу B , $u_B(C)$ не превышает пределов от $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{-4}$.

Нестабильность эталона за год $v_0(C)$ составляет $2 \cdot 10^{-6}$.

4.6.4. Тангенса угла потерь со среднеквадратическим отклонением $S(\text{tg}\delta)$, не превышающим $5 \cdot 10^{-6}$ при десяти независимых измерениях. Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(\text{tg}\delta)$ не превышает $5 \cdot 10^{-5}$.

Стандартная неопределенность результатов измерений тангенса угла потерь, оцениваемая по типу A , $u_A(\text{tg}\delta)$ не превышает $5 \cdot 10^{-6}$. Стандартная неопределенность результатов измерений тангенса угла потерь, оцениваемая по типу B , $u_B(\text{tg}\delta)$ не превышает $2,5 \cdot 10^{-5}$.

Нестабильность эталона за год $v_0(\text{tg}\delta)$ составляет $5 \cdot 10^{-6}$.

4.7. Для обеспечения воспроизведения единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и единиц электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ с указанной точностью должны соблюдаться правила хранения и применения ГПСЭ, утвержденные в установленном порядке.

4.8. ГПСЭ применяют для передачи единицы коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и единиц электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ вторичным и рабочим эталонам методом компарирования токов, методом сличения при помощи компаратора или других средств измерений и непосредственным сличением.

5. Эталон сравнения

5.1. В качестве эталона сравнения применяют меры электрической емкости и тангенса угла потерь, меры для создания отношений токов коэффициентов масштабного преобразования, мост высоковольтный эталонный в диапазоне измерений:

коэффициента масштабного преобразования от 0,1 до 2000 и угла фазового сдвига от 0 до 0,1 рад электрического напряжения переменного тока промышленной частоты от $0,1/\sqrt{3}$ до $110/\sqrt{3}$ кВ.

электрической емкости от 10 до 1000 пФ и тангенса угла потерь от 0,00005 до 0,1 на напряжении переменного тока промышленной частоты от 1 до 150 кВ.

5.2. Эталон сравнения имеет следующие метрологические характеристики:

5.2.1. Коэффициент масштабного преобразования со среднеквадратическим отклонением $S(K_u)$, не превышающим $1,6 \cdot 10^{-6} + 7,5 \cdot 10^{-9} \cdot K_{u(\text{изм})}$ при десяти независимых наблюдениях. Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(K_u)$ не превышает $2,2 \cdot 10^{-5}$.

Стандартная неопределенность коэффициента масштабного преобразования, оцениваемая по типу A , $u_A(K_u)$ не превышает $1,6 \cdot 10^{-6} + 7,5 \cdot 10^{-9} \cdot K_{u(\text{изм})}$. Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу B , $u_B(K_u)$ не превышает $1,3 \cdot 10^{-5}$.

Нестабильность эталона за год $v_0(K_u)$ составляет $1 \cdot 10^{-3} \%$.

5.2.2. Угол фазового сдвига со среднеквадратическим отклонением $S(\varphi_u)$, не превышающим $2 \cdot 10^{-6} + 0,005 \cdot \varphi_{u(\text{изм})}$ рад при десяти независимых наблюдениях. Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(\varphi_u)$ не превышает $4,2 \cdot 10^{-5}$ рад.

Стандартная неопределенность результата измерений угла фазового сдвига, оцениваемая по типу A , $u_A(\varphi_u)$ не превышает $2 \cdot 10^{-6} + 0,005 \cdot \varphi_{u(\text{изм})}$ рад. Стандартная неопределенность результата измерения угла фазового сдвига, оцениваемая по типу B , $u_B(\varphi_u)$ не превышает $2,5 \cdot 10^{-5}$ рад.

Нестабильность эталона за год $v_0(\varphi_u)$ составляет $1 \cdot 10^{-5}$ рад.

5.2.3. Электрическая емкость со среднеквадратическим отклонением $S(C)$, не превышающим $1 \cdot 10^{-5}$ при десяти независимых измерениях. Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(C)$ не превышает $5 \cdot 10^{-5}$.

Стандартная неопределенность воспроизведения электрической емкости, оцениваемая по типу A , $u_A(C)$ не превышает $1 \cdot 10^{-5}$. Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу B , $u_B(C)$ не превышает пределов от $2,5 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{-4}$.

Нестабильность эталона за год $v_0(C)$ составляет $5 \cdot 10^{-6}$.

5.2.4. Тангенс угла потерь со среднеквадратическим отклонением $S(\text{tg}\delta)$, не превышающим $7 \cdot 10^{-6}$ при десяти независимых измерениях. Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(\text{tg}\delta)$ не превышает $5 \cdot 10^{-5}$.

Стандартная неопределенность результатов измерений тангенса угла потерь, оцениваемая по типу A , $u_A(\operatorname{tg}\delta)$ не превышает $1 \cdot 10^{-5}$. Стандартная неопределенность результатов измерений тангенса угла потерь, оцениваемая по типу B , $u_B(\operatorname{tg}\delta)$ не превышает $2,5 \cdot 10^{-5}$.

Нестабильность эталона за год $v_0(\operatorname{tg}\delta)$ составляет $1 \cdot 10^{-5}$.

5.3. Эталон сравнения используют в качестве мобильной эталонной установки для проведения сличений.

6. Вторичные эталоны

6.1. В качестве вторичных эталонов единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига применяют масштабные емкостные преобразователи и преобразователи ток-напряжение с прибором сравнения, трансформаторы напряжения, или измерительные установки, состоящие из компараторов тока (мостов высоковольтных) и двух конденсаторов в диапазоне измерений коэффициента масштабного преобразования от 0,1 до 750000 и угла фазового сдвига от 0 до 0,1 рад электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ.

6.2. Среднеквадратическое отклонение результата сличений вторичных эталонов единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига с первичным эталоном должно быть не более $4,8 \cdot 10^{-6} + 2,4 \cdot 10^{-8} \cdot K_{u(\text{изм})}$ для $S_{\Sigma 0}(K_u)$ и $6 \cdot 10^{-6} + 0,015 \cdot \varphi_{u(\text{изм})}$ для $S_{\Sigma 0}(\varphi_u)$. Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(K_u)$ не превышает $5,0 \cdot 10^{-5}$ и $\Theta(\varphi_u)$ не превышает $8,4 \cdot 10^{-5}$ рад.

Стандартная неопределенность результатов измерений коэффициента масштабного преобразования, оцениваемая по типу A , $u_A(K_u)$ не превышает $4,8 \cdot 10^{-6} + 2,4 \cdot 10^{-8} \cdot K_{u(\text{изм})}$. Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу B , $u_B(K_u)$ не превышает $6,6 \cdot 10^{-5}$.

Стандартная неопределенность результатов измерений угла фазового сдвига, оцениваемая по типу A , $u_A(\varphi_u)$ не превышает $6 \cdot 10^{-6} + 0,015 \cdot \varphi_{u(\text{изм})}$ рад. Стандартная неопределенность результатов измерений угла фазового сдвига, оцениваемая по типу B , $u_B(\varphi_u)$ не превышает $7,5 \cdot 10^{-5}$ рад.

6.3. Нестабильность вторичного эталона за год составляет $1 \cdot 10^{-3} \%$ и $1 \cdot 10^{-5}$ рад для $v_0(K_u)$ и $v_0(\varphi_u)$ соответственно.

6.4. Вторичные эталоны единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига применяют для передачи единиц рабочим эталонам 1-го и 2-го разряда и средствам измерений методом сличения при помощи компаратора или других средств сравнения, методом прямых измерений, методом компарирования токов и непосредственным сличением с мерой.

7. Рабочие эталоны

7.1. Рабочие эталоны 1-го разряда

7.1.1. Коэффициент масштабного преобразования и угол фазового сдвига

7.1.1.1. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ применяют измерительные установки (системы) (установка 1, установка 2 и установка 3 по ГОСТ 8.216), трансформаторы напряжения, маломощные датчики (преобразователи, трансформаторы) напряжения, цифровые электронные трансформаторы напряжения, цифровые маломощные датчики (преобразователи, трансформаторы) напряжения, делители напряжения, преобразователи напряжения, меры K_u и φ_u и измерители K_u и φ_u в диапазоне измерений от 0,1 до 750000 для K_u и от 0 до 0,1 рад для φ_u .

7.1.1.2. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования для эталонов 1-го разряда составляют от 0,015 % до 0,05 %, и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига составляют от $2,9 \cdot 10^{-4}$ до $8,7 \cdot 10^{-4}$ рад (от 1' до 3'). Указанные пределы допускаемой погрешности включают в себя погрешность метода передачи.

7.1.1.3. Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для передачи единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига рабочим эталонам 2-го разряда или средствам измерений методом сличения при помощи компаратора или других средств сравнения, методом прямых измерений, методом компарирования токов и непосредственным сличением с мерой.

7.1.2. Электрическая емкость и тангенс угла потерь

7.1.2.1. В качестве эталонов 1-го разряда единиц электрической емкости C и тангенса угла потерь $\operatorname{tg} \delta$ на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ применяют меры электрической емкости и тангенса угла потерь, конденсаторы измерительные в диапазоне измерений электрической емкости от 1 до 10000 пФ, измерители емкости и тангенса угла потерь и мосты в диапазоне измерений электрической емкости от 1 до 100000 пФ и тангенса угла потерь от $5 \cdot 10^{-5}$ до 0,1.

7.1.2.2. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрической емкости для эталонов 1-го разряда составляют от 0,1 % до 1,0 %, и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла потерь составляют от $5 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-4}$. Указанные пределы допускаемой погрешности включают в себя погрешность метода передачи единиц.

7.1.2.3. Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для передачи единиц электрической емкости и тангенса угла потерь средствам измерений методом прямых измерений или методом сличения при помощи компаратора, от измерителей емкости и тангенса угла потерь и мостов – непосредственное сличение с мерой.

7.2. Рабочие эталоны 2-го разряда

7.2.1. В качестве эталонов 2-го разряда единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$

до $750/\sqrt{3}$ кВ применяют измерительные установки (системы) (установка 1, установка 2 и установка 3 по ГОСТ 8.216), трансформаторы напряжения, маломощные датчики (преобразователи, трансформаторы) напряжения, цифровые электронные трансформаторы напряжения, цифровые маломощные датчики (преобразователи, трансформаторы) напряжения, делители напряжения, преобразователи напряжения, меры K_u и φ_u и измерители K_u и φ_u в диапазоне измерений от 0,1 до 750000 для K_u и от 0 до 0,1 рад для φ_u .

7.2.2. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования для эталонов 2-го разряда составляют от 0,05 % до 0,1 %, и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига составляют от $8,7 \cdot 10^{-4}$ до $15 \cdot 10^{-4}$ рад (от 3' до 5'). Указанные пределы допускаемой погрешности включают в себя погрешность метода передачи.

7.2.3. Рабочие эталоны 2-го разряда применяют для передачи единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига средствам измерений методом сличения при помощи компаратора или других средств сравнения, методом прямых измерений, методом компарирования токов и непосредственным сличением с мерой.

8. Средства измерений

8.1. Коэффициент масштабного преобразования и угол фазового сдвига

8.1.1. В качестве средств измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ применяют измерительные установки (системы) (установка 1, установка 2 и установка 3 по ГОСТ 8.216), трансформаторы напряжения, маломощные датчики (преобразователи, трансформаторы) напряжения, цифровые электронные трансформаторы напряжения, цифровые маломощные датчики (преобразователи, трансформаторы) напряжения, делители напряжения, преобразователи напряжения, меры K_u и φ_u и измерители K_u и φ_u в диапазоне измерений от 0,1 до 750000 для K_u и от 0 до 0,1 рад для φ_u .

8.1.2. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования для средств измерений составляют от 0,2 % до 12,0 %, и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига составляют от $2,9 \cdot 10^{-3}$ до $1,44 \cdot 10^{-1}$ рад (от 10' до 480').

8.1.3. Классы точности средств измерений равны 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 3Р; 6Р по ГОСТ 23625-2001, ГОСТ 1983-2015 и ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010.

8.2. Электрическая емкость и тангенс угла потерь

9.2.1. В качестве средств измерений электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ применяют конденсаторы измерительные, высоковольтные конденсаторы, измерители параметров изоляции, мосты переменного тока и измерители емкости и тангенса угла потерь в диапазоне

измерений электрической емкости от 1 пФ до 100 мкФ и тангенса угла потерь от $1,0 \cdot 10^{-4}$ до 1,0.

8.2.2. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрической емкости для средств измерений составляют от 0,5 % до 10,0 %, и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла потерь составляют от $1 \cdot 10^{-4}$ до 1,0.