

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от « 30 » января 2026 г. № 153

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ рХ АКТИВНОСТИ ИОНОВ И МАССОВОЙ
(АТОМНОЙ) ДОЛИ ДЕЙТЕРИЯ В ЖИДКОСТИ**

1 Область применения

1.1 Настоящая Государственная поверочная схема для средств измерений показателей рХ активности ионов и массовой (атомной) доли дейтерия в жидкости распространяется на эталоны и средства измерений показателей рХ активности ионов и массовой (атомной) доли дейтерия в жидкости и устанавливает порядок передачи единицы показателей рХ активности ионов в диапазоне значений рХ от 1,0 до 7,0 при температуре 25 °С и в диапазоне значений рD от 1,2 до 7,0 при температуре 25 °С, массовой доли дейтерия X_D в диапазоне значений от 0,016 до 49,9 % массовой доли и атомной доли дейтерия C_D в диапазоне значений от 0,014 до 47,3 % атомной доли от Государственного первичного эталона показателей рХ активности ионов и массовой (атомной) доли дейтерия в жидкости ГЭТ 171-2026 при помощи рабочих эталонов и эталонов сравнения – стандартных образцов средствам измерений с указанием методов передачи единиц и показателей точности эталонов и средств измерений.

1.2 Графическая часть ГПС приведена в приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящей ГПС использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты и/или классификаторы:

2.1 ГОСТ Р 8.563-2009 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики (методы) измерений

2.2 ГОСТ 8.061-2024 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Поверочные схемы. Содержание и построение

2.3 ГОСТ 17792-72 Электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда

2.4 РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения

2.5 Р 50.2.034-2004 Рекомендации по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений. Электроды ионоселективные для определения активности (концентрации) ионов в водных растворах. Методика поверки

Примечание – При использовании Государственной поверочной схемы целесообразно проверять действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при использовании государственной поверочной схемы следует руководствоваться заменяющим измененным документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Сокращения

В настоящем документе использованы следующие сокращения:

ГПЭ – государственный первичный эталон;

ГПС – государственная поверочная схема;

СИ – средство измерений;

СО – стандартные образцы утвержденного типа;

РЭ – рабочий эталон;

СКО – среднеквадратическое отклонение;

НСП – неисключенная систематическая погрешность;

X_D – массовая доля дейтерия;

C_D – атомная доля дейтерия.

4 Государственный первичный эталон показателей рХ активности ионов и массовой (атомной) доли дейтерия в жидкости

4.1 ГПЭ предназначен для воспроизведения, хранения и передачи показателей рХ активности ионов, показателей рD активности ионов дейтерия и единицы массовой (атомной) доли дейтерия рабочим эталонам и средствам измерений в целях обеспечения единства измерений в стране показателей рХ активности ионов, показателей рD активности ионов и единицы массовой (атомной) доли дейтерия в жидкости.

4.2 ГПЭ состоит из комплекса следующих средств измерений и вспомогательных устройств:

- набор расходуемых и возобновляемых первичных эталонных растворов, воспроизводящих показатели рХ активности ионов в жидкости;

- набор расходуемых и возобновляемых первичных эталонных буферных растворов, воспроизводящих показатели рD активности ионов дейтерия в жидкости;

- набор расходуемых и возобновляемых первичных эталонных растворов с измененным изотопным составом по водороду, воспроизводящих единицу массовой (атомной) доли дейтерия в жидкости;

- эталонные сравнения – стандартные образцы тяжелой воды;

- весы аналитические;

- высокоточные плотномеры;

- кулонометр с набором электрохимических ячеек и электродов;

- вольтамперометрический анализатор;

- анализатор жидкости (иономер);

- частотомер;

- мультиметр;

- мера электрического сопротивления;

- вспомогательное оборудование.

4.3 Диапазон значений показателей активности рХ (кроме рD), воспроизводимый ГПЭ, составляет от 1,0 до 7,0 при температуре 25 °С, что соответствует диапазону молярной концентрации в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ моль/дм³.

4.4 Диапазон значений показателей активности pD , воспроизводимый ГПЭ, составляет от 1,2 до 7,0 при температуре 25 °С.

4.5 Диапазон воспроизведения единицы массовой доли дейтерия X_D , составляет от 0,016 до 49,9 % массовой доли при температуре 25 °С.

4.6 Диапазон воспроизведения единицы атомной доли дейтерия C_D , составляет от 0,014 до 47,3 % атомной доли при температуре 25 °С.

4.7 ГПЭ обеспечивает воспроизведение показателей pX (кроме pD) активности ионов в жидкости со СКО (S) результатов измерений, не превышающим 0,0010 при 10 независимых измерениях.

НСП (q) не превышает 0,0016.

4.8 ГПЭ обеспечивает воспроизведение показателей pD активности ионов дейтерия в жидкости с СКО (S), не превышающим 0,03 при 10 независимых измерениях.

НСП (q) не превышает 0,02.

4.9 ГПЭ обеспечивает воспроизведение единицы массовой доли дейтерия X_D с СКО (S_0), не превышающим 10 % в диапазоне от 0,016 до 25,0 % массовой доли включительно при 10 независимых измерениях и 5 % в диапазоне от свыше 25,0 до 49,9 % массовой доли при 10 независимых измерениях.

НСП (q_0) не превышает 8 % в диапазоне от 0,016 до 25,0 % массовой доли включительно и 4 % в диапазоне от свыше 25,0 до 49,9 % массовой доли.

4.10 ГПЭ обеспечивает воспроизведение единицы атомной доли дейтерия C_D с СКО (S_0), не превышающим 10 % в диапазоне от 0,014 до 23,1 % атомной доли включительно при 10 независимых измерениях и 5 % в диапазоне от свыше 23,1

до 47,3 % атомной доли при 10 независимых измерениях.

НСП (q_0) не превышает 8 % в диапазоне от 0,014 до 23,1 % атомной доли включительно и 4 % в диапазоне от свыше 23,1 до 47,3 % атомной доли.

4.11 Эталоны сравнения – СО тяжелой воды входящие в состав ГПЭ обеспечивают воспроизведение единицы массовой доли дейтерия X_D с СКО (S_0), не превышающим 10 % в диапазоне от 0,016 до 25,0 % массовой доли включительно при 10 независимых измерениях и 5 % в диапазоне от свыше 25,0 до 49,9 % массовой доли при 10 независимых измерениях.

НСП (q_0) не превышает 8 % в диапазоне от 0,016 до 25,0 % массовой доли включительно и 4 % в диапазоне от свыше 25,0 до 49,9 % массовой доли.

4.12 Эталоны сравнения – СО тяжелой воды входящие в состав ГПЭ обеспечивают воспроизведение единицы атомной доли дейтерия C_D с СКО (S_0), не превышающим 10 % в диапазоне от 0,014 до 23,1 % атомной доли включительно при 10 независимых измерениях и 5 % в диапазоне от свыше 23,1 до 47,3 % массовой доли при 10 независимых измерениях.

НСП (q_0) не превышает 8 % в диапазоне от 0,014 до 23,1 % атомной доли включительно и 4 % в диапазоне от свыше 23,1 до 47,3 % атомной доли.

4.13 Передача единиц осуществляется при условии того, что соотношение погрешностей эталона, передающего единицу, и эталона или средства измерений, которому передается единица, не более, чем 1:2.

4.14 ГПЭ передает значения pX :

РЭ pX – эталонным раствором – РЭ активности ионов – методом прямых измерений;

РЭ pX – иономерам pX (анализаторам жидкости, pX -метрам) – методом сличения при помощи средств сравнения;

СИ – ионоселективным электродам – методом сличения при помощи средств сравнения;

СИ – иономерам pX (анализаторам жидкости, pX -метрам, ионным хроматографам) – методом сличения при помощи средств сравнения.

4.15 ГПЭ передает значения pD :

РЭ pD – буферным раствором pD – РЭ активности ионов дейтерия – методом прямых измерений;

РЭ pD – иономерам pD (анализаторам жидкости, $pH(D)$ -метрам, используемым для измерений жидкости с измененным изотопным составом по дейтерию) – методом сличения при помощи средств сравнения;

СИ – стеклянным электродам, используемым для измерений pD – методом сличения при помощи средств сравнения;

СИ – иономерам pD (анализаторам жидкости, $pH(D)$ -метрам, используемым для измерений жидкости с измененным изотопным составом по дейтерию) – методом сличения при помощи средств сравнения.

4.16 ГПЭ передает единицу массовой доли дейтерия X_D СИ – анализаторам массовой (атомной) доли дейтерия в воде – методом сличения при помощи средств сравнения.

4.17 ГПЭ передает единицу атомной доли дейтерия C_D СИ – анализаторам массовой (атомной) доли дейтерия в воде – методом сличения при помощи средств сравнения.

4.18 Эталоны сравнения – СО тяжелой воды передают единицу массовой доли дейтерия X_D СИ – анализаторам массовой (атомной) доли дейтерия в воде – методом прямых измерений.

4.19 Эталоны сравнения – СО тяжелой воды передают единицу атомной доли дейтерия C_D СИ – анализаторам массовой (атомной) доли дейтерия в воде – методом прямых измерений.

5 Рабочие эталоны

5.1 В качестве РЭ используют:

эталонные растворы – РЭ активности ионов с диапазоном значений pX от 1,0 до 7,0 при температуре 25 °С;

иомеры pX (анализаторы жидкости с каналом измерений pX , pX -метры) с диапазоном измерений pX от 1,0 до 7,0 в комплекте с электродами сравнения хлорсеребряными образцовыми 2-го разряда по ГОСТ 17792;

буферные растворы pD – РЭ активности ионов дейтерия с диапазоном значений pD от 1,2 до 7,0 при температуре 25 °С;

иомеры pD (анализаторы жидкости, $pH(D)$ -метры, используемые для измерений жидкости с измененным изотопным составом по дейтерию)

с диапазоном измерений pD от 1,2 до 7,0 в комплекте с электродами сравнения хлорсеребряными образцовыми 2-го разряда по ГОСТ 17792.

5.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta PЭ\ pX$:

0,01 – эталонных растворов – $PЭ$ активности ионов с диапазоном значений pX от 1,0 до 7,0 при температуре 25 °С;

0,01 – иономеров (анализаторов жидкости с каналом измерений pX).

5.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta PЭ\ pD$:

0,08 буферных растворов – $PЭ$ активности ионов дейтерия с диапазоном значений pD от 1,2 до 7,0 при температуре 25 °С;

0,08 иономеров pD (анализаторов жидкости, $pH(D)$ -метров, используемых для измерений жидкости с измененным изотопным составом по дейтерию) с диапазоном измерений pD от 1,2 до 7,0 в комплекте с электродами сравнения хлорсеребряными образцовыми 2-го разряда по ГОСТ 17792.

5.4 $PЭ\ pX$ - эталонные растворы – $PЭ$ активности ионов применяют для проверки:

иономеров (анализаторов жидкости, pX -метров, ионных хроматографов) – методом прямых измерений;

ионоселективных электродов – методом прямых измерений.

5.5 $PЭ\ pX$ – иономеры pX (анализаторы жидкости, pX -метры) применяют для проверки ионоселективных электродов – методом сличения при помощи средств сравнения.

5.6 $PЭ\ pD$ – буферные растворы – $PЭ$ активности ионов дейтерия применяют для проверки:

иономеров pD (анализаторов жидкости, $pH(D)$ -метров, используемых для измерений жидкости с измененным изотопным составом по дейтерию) – методом прямых измерений;

стеклянных электродов, используемых для измерений pD – методом прямых измерений.

5.7 $PЭ\ pD$ – иономеры pD (анализаторы жидкости, $pH(D)$ -метры, используемые для измерений жидкости с измененным изотопным составом по дейтерию) применяют для проверки стеклянных электродов, используемых для измерений pD – методом прямых измерений.

6 Средства измерений

6.1 В качестве СИ применяют:

ионоселективные электроды с диапазоном измерений pX от 1,0 до 7,0;

иономеры pX (анализаторы жидкости, pX -метры, ионные хроматографы) с диапазоном измерений pX от 1,0 до 7,0;

иономеры pD (анализаторы жидкости, $pH(D)$ -метры, используемые для измерений жидкости с измененным изотопным составом по дейтерию) с диапазоном измерений pD от 1,2 до 7,0;

стеклянные электроды, используемые для измерений pD с диапазоном измерений pD от 1,2 до 7,0;

анализаторы массовой (атомной) доли дейтерия в воде с диапазоном измерений массовой доли дейтерия X_D от 0,016 до 49,9 % массовой доли;

анализаторы массовой (атомной) доли дейтерия в воде с диапазоном измерений атомной доли дейтерия C_D от 0,014 до 47,3 % массовой доли;

6.2 Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ СИ:

от 0,02 до 0,6 – иономеров рХ (анализаторов жидкости, рХ-метров, ионных хроматографов);

от 0,08 до 0,6 – иономеров рD (анализаторов жидкости, рН(D)-метров, используемых для измерений жидкости с измененным изотопным составом по дейтерию.

6.2 Предел допускаемой относительной погрешности Δ_o СИ ≤ 7 % – анализаторов массовой (атомной) доли дейтерия в воде.

6.3 Диапазон отклонения электродной функции от линейности для ионоселективных электродов не превышает $\pm(2 - 20)$ мВ/рХ.

6.4 Диапазон отклонения электродной функции от линейности для стеклянных электродов, используемых для измерений рD, не превышает $\pm(2 - 20)$ мВ/рD.