

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «15» декабря 2021 г. № 2885

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ВЛАЖНОСТИ ГАЗОВ
И ТЕМПЕРАТУРЫ КОНДЕНСАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ**

1. Область применения

Государственная поверочная схема для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов (далее – ГПС) устанавливает порядок передачи единиц: относительной влажности газов – процент (%), молярной (объемной) доли влаги – миллионная доля (млн^{-1}), температуры точки росы/иней – градус Цельсия ($^{\circ}\text{C}$), температуры конденсации углеводородов – градус Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) от государственного первичного эталона при помощи вторичных и рабочих эталонов средствам измерений с указанием погрешностей и основных методов передачи единиц.

Графическая часть ГПС представлена в приложении Б.

Допускается проводить поверку средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов с помощью вторичных или разрядных рабочих эталонов более высокой точности, чем предусмотрено настоящей поверочной схемой.

2. Термины, определения и обозначения

2.1. В настоящей ГПС применены термины с определениями в соответствии с [1] и [2].

2.2. В настоящей ГПС применены следующие обозначения:

φ	– относительная влажность газа;
T_d	– температура точки росы/иней, $^{\circ}\text{C}$;
T_c	– температура конденсации углеводородов, $^{\circ}\text{C}$;
x_n	– молярная доля влаги;
x_{nw}	– молярная доля влаги в состоянии насыщения;
x_v	– объемная доля влаги;
e_v	– давление чистого водяного пара, Па;
e_{vw}	– давление чистого насыщенного водяного пара, Па;
f_v	– повышающий коэффициент влажного газа;
n_v	– количество вещества водяного пара, моль;
n_a	– количество вещества сухого газа, моль;
V_v	– парциальный объем водяного пара, содержащегося во влажном газе, м^3 ;
V	– объем влажного газа, м^3 ;
P	– давление влажного газа, Па;
T	– температура влажного газа, $^{\circ}\text{C}$.

3. Государственный первичный эталон

3.1. Государственный первичный эталон предназначен для воспроизведения и хранения единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов, а также передачи указанных единиц с помощью вторичных и рабочих эталонов средствам измерений в целях обеспечения единства измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов.

3.2. В основу измерений величин влажности газов и температуры конденсации углеводородов должны быть положены единицы, воспроизводимые государственным первичным эталоном.

3.3. Государственный первичный эталон состоит из комплекса следующих средств измерений:

эталонный генератор влажного газа в области положительных температур термостатирования (реализующий метод двух давлений при воспроизведении единицы относительной влажности газа, метод фазового равновесия – при воспроизведении единиц температуры точки росы/иней и молярной (объемной) доли влаги);

эталонный генератор влажного газа в области отрицательных температур термостатирования (реализующий метод двух давлений при воспроизведении единицы относительной влажности газа, метод фазового равновесия – при воспроизведении единиц температуры точки росы/иней и молярной (объемной) доли влаги);

эталонный генератор влажного газа, реализующий метод фазового равновесия (воспроизведение единиц температуры точки росы/иней и молярной (объемной) доли сверхнизких концентраций влаги);

эталонный генератор температуры точки росы/иней и температуры конденсации углеводородов высокого давления (реализующий метод двух давлений и метод фазового равновесия);

пульт управления эталонными генераторами в области положительных и отрицательных температур термостатирования;

пульт управления эталонным генератором, реализующим метод фазового равновесия, и эталонным генератором в области отрицательных температур термостатирования;

пульт управления эталонным генератором температуры точки росы/иней и температуры конденсации углеводородов высокого давления;

комплекс аппаратуры и средств подготовки газа;

набор прецизионных гигрометров и гигрометров-компараторов для контроля стабильности работы эталонных генераторов и передачи единиц влажности газов и температуры конденсации углеводородов вторичным и рабочим эталонам (генераторам).

3.4. Государственный первичный эталон воспроизводит единицы влажности газов при температуре от минус 60 °С до плюс 90 °С, единицу температуры конденсации углеводородов при температуре от минус 60 °С до плюс 30 °С. Диапазон давления газа от $1 \cdot 10^{-2}$ до $3 \cdot 10^4$ кПа.

3.5. Диапазоны значений относительной влажности газов φ , в котором воспроизводится единица, составляют: от 5 по 98 %.

Диапазон значений молярной доли влаги x_n , в котором воспроизводится единица, составляет от 0,1 до $700 \cdot 10^3$ млн⁻¹.

Диапазон значений температуры точки росы/иней T_d , в котором воспроизводится единица, составляет от минус 120 °С до плюс 90 °С (в том числе, в углеводородсодержащем газе: от минус 60 °С до плюс 30 °С).

Диапазон значений температуры конденсации углеводородов T_c , в котором воспроизводится единица, составляет от минус 60 °С до плюс 30 °С.

3.6. Государственный первичный эталон обеспечивает воспроизведение и передачу следующих единиц:

относительной влажности газа (при реализации метода двух давлений) со средним квадратичным отклонением результата измерений S , не превышающим 0,05 % при 15 независимых измерениях; неисключенной систематической погрешности Θ , не превышающей 0,1 % – при положительных и 0,2 % – при отрицательных температурах газа (при доверительной вероятности $P = 0,99$); стандартной неопределенности воспроизведения, оцениваемой по типу А, u_A , не превышающей 0,05 % при 15 независимых измерениях; стандартной неопределенности воспроизведения, оцениваемой по типу В, u_B , не превышающей 0,04 % – при положительных и 0,08 % – при отрицательных температурах; суммарной стандартной неопределенности воспроизведения - от 0,06 % до 0,1 %;

молярной (объемной) доли влаги x_n со средним квадратичным отклонением результата измерений S_0 , не превышающим 0,3 при 15 независимых измерениях; неисключенной систематической погрешности Θ_0 – от 0,13 до 1,4 % (при доверительной вероятности $P = 0,99$); стандартной неопределенности воспроизведения, оцениваемой по типу А, u_{A0} , не превышающей 0,3 %; стандартной неопределенности воспроизведения, оцениваемой по типу

B, u_{Bo} , от 0,05 % до 0,58 %; суммарной стандартной неопределенности воспроизведения - от 0,3 до 0,65 %;

температуры точки росы/иней T_d со средним квадратичным отклонением результата измерений S , не превышающим 0,05 °C при 15 независимых измерениях; неисключенной систематической погрешности Θ (при доверительной вероятности $P = 0,99$): - от 0,04 до 0,08 °C для точки росы/иней от минус 60 °C до плюс 90 °C, не более 0,12 °C для точки росы/иней от минус 120 °C до минус 60 °C; стандартной неопределенности воспроизведения, оцениваемой по типу A, u_A , не превышающей 0,05 °C; стандартной неопределенности воспроизведения, оцениваемой по типу B, u_B , от 0,02 °C до 0,05 °C; суммарной стандартной неопределенности воспроизведения – от 0,05 °C до 0,06 °C;

температуры конденсации углеводородов T_c со средним квадратичным отклонением результата измерений S , не превышающим 0,05 °C при 15 независимых измерениях; неисключенной систематической погрешности Θ от 0,05 °C до 0,2 °C (при доверительной вероятности $P = 0,99$); стандартной неопределенности воспроизведения, оцениваемой по типу A, u_A , не превышающей - 0,05 °C; стандартной неопределенности воспроизведения, оцениваемой по типу B, u_B , от 0,05 °C до 0,1 °C; суммарной стандартной неопределенности воспроизведения – от 0,07 °C до 0,2 °C;

воспроизведение единиц температуры точки росы/иней и температуры конденсации углеводородов при давлении до 30,0 МПа.

3.7. Для обеспечения воспроизведения единиц влажности газов с указанной точностью должны быть соблюдены правила содержания и применения эталона, утвержденные в установленном порядке.

3.8. Государственный первичный эталон применяют для передачи единиц относительной влажности газа, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов вторичным эталонам, рабочим эталонам 1-го и 2-го разрядов, высокоточным средствам измерений методом сличений с помощью компаратора, методом прямых измерений и методом косвенных измерений (формулы взаимного пересчета величин влажности газов приведены в приложении А).

4. Вторичные эталоны

4.1. В качестве вторичных эталонов применяют только генераторы влажного газа и генераторы температуры конденсации углеводородов (ТКУ), реализующие абсолютные методы воспроизведения единиц величин влажности газов и температуры конденсации углеводородов: метод фазового равновесия, метод двух давлений, метод двух температур и их комбинации. Вторичные эталоны воспроизводят одну или несколько единиц, воспроизводимых государственным первичным эталоном в диапазоне:

относительной влажности газа от 0 до 100 %;

молярной (объемной) доли влаги от 0,1 до $700 \cdot 10^3$ млн⁻¹;

температуры точки росы/иней от минус 120 °C до плюс 90 °C;

температуры конденсации углеводородов от минус 60 °C до плюс 30 °C.

4.2. Пределы допускаемых погрешностей вторичных эталонов, в зависимости от рабочей температуры и давления газа, а также диапазона измерений, составляют:

абсолютных погрешностей Δ относительной влажности газа от 0,25 (включительно) до 0,5 (не включительно) %;

относительных погрешностей Δ_0 молярной (объемной) доли влаги от 1,0 % (включительно) до 2,0 % (не включительно);

абсолютных погрешностей Δ температуры точки росы/иней от 0,1 °C (включительно) до 0,2 °C (не включительно);

абсолютных погрешностей Δ температуры конденсации углеводородов от 0,15 °C (включительно) до 0,25 °C (не включительно).

4.3. Вторичные эталоны применяют для воспроизведения и передачи единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инея, температуры конденсации углеводородов: гигрометрам (измерителям ТКУ) - рабочим эталонам 1 и 2 разрядов, высокоточным рабочим гигрометрам и измерителям ТКУ - методом прямых измерений; генераторам влажного газа и ТКУ - рабочим эталонам 2 разряда, а также высокоточным рабочим гигрометрам, сличением с помощью компаратора и методом косвенных измерений (формулы взаимного пересчета величин влажности газов приведены в приложении А).

4.4. Отношение доверительных границ суммарной погрешности вторичных эталонов и применяемого метода передачи (с учетом их корреляции) к доверительным границам погрешности рабочих эталонов 1-го и 2-го разрядов, а также высокоточных рабочих СИ, не должно быть более 0,5 (1:2).

5. Рабочие эталоны

5.1. Рабочие эталоны 1-го разряда

5.1.1. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда применяют генераторы влажного газа, генераторы ТКУ, гигрометры и измерители ТКУ в диапазоне измерений:

относительной влажности газа от 0 до 100 %;

молярной (объемной) доли влаги от 0,1 до $700 \cdot 10^3$ млн⁻¹;

температуры точки росы/инея от минус 120 °С до плюс 90 °С;

температуры конденсации углеводородов от минус 60 °С до плюс 30 °С.

5.1.2. Пределы допускаемых погрешностей рабочих эталонов 1-го разряда, в зависимости от рабочей температуры и давления газа, а также диапазона измерений, составляют:

абсолютных погрешностей Δ относительной влажности газа от 0,5 % (включительно) до 1,0 % (не включительно);

относительных погрешностей Δ_0 молярной (объемной) доли влаги от 2,0 % (включительно) до 4,0 % (не включительно);

абсолютных погрешностей Δ температуры точки росы/инея от 0,2 °С (включительно) до 0,5 °С (не включительно);

абсолютных погрешностей Δ температуры конденсации углеводородов от 0,25 °С (включительно) до 0,5 °С (не включительно).

5.1.3. Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для поверки: генераторов влажного газа и ТКУ - рабочих эталонов 2-го разряда, методом прямых измерений и сличением с помощью компаратора; гигрометров и измерителей ТКУ - рабочих эталонов 2-го разряда и рабочих гигрометров, методом непосредственного сличения и методом косвенных измерений (формулы взаимного пересчета величин влажности газов приведены в приложении А).

При реализации поверки рабочих СИ относительной влажности методом непосредственного сличения должна применяться термостатированная камера (гигростат), аттестованная в качестве испытательного оборудования, с достижимыми значениями относительной влажности в соответствии с методикой поверки на поверяемый гигрометр, и имеющая градиенты относительной влажности по объему камеры и стабильность во времени относительной влажности не превышающие 1/3 значения погрешности поверяемого гигрометра.

5.1.4. Отношение доверительных границ суммарной погрешности рабочих эталонов 1-го разряда и применяемого метода передачи (с учетом их корреляции) к доверительным границам погрешности рабочих эталонов 2-го разряда, а также рабочих СИ, не должно быть более 0,5 (1:2).

5.2. Рабочие эталоны 2-го разряда

5.2.1. В качестве рабочих эталонов 2-го разряда используются генераторы влажного газа, генераторы ТКУ, гигрометры и измерители ТКУ в диапазоне измерений:

относительной влажности газа от 0 до 100 %;

молярной (объемной) доли влаги от 0,1 до $700 \cdot 10^3$ млн⁻¹;

температуры точки росы/иней от минус 120 °С до плюс 90 °С;

температуры конденсации углеводородов от минус 60 °С до плюс 30 °С.

5.2.2. Пределы допускаемых погрешностей рабочих эталонов 2-го разряда, в зависимости от рабочей температуры и давления газа, а также диапазона измерений, составляют:

абсолютных погрешностей Δ относительной влажности газа от 1,0 % (включительно) до 3 % (включительно);

относительных погрешностей Δ_0 молярной (объемной) доли влаги от 4 % (включительно) до 6 % (включительно);

абсолютных погрешностей Δ температуры точки росы/иней от 0,5 °С (включительно) до 1,5 °С (включительно);

абсолютных погрешностей Δ температуры конденсации углеводородов от 0,5 °С (включительно) до 1,5 °С (включительно).

5.2.3. Рабочие эталоны 2-го разряда применяют для поверки рабочих средств измерений методом прямых измерений и методом непосредственного сличения.

При реализации поверки рабочих СИ относительной влажности методом непосредственного сличения должна применяться термостатированная камера (гигростат), аттестованная в качестве испытательного оборудования, с достижимыми значениями относительной влажности в соответствии с методикой поверки на поверяемый гигрометр, и имеющая градиенты относительной влажности по объему камеры и стабильность относительной влажности во времени не превышающие 1/3 значения погрешности поверяемого гигрометра.

5.2.4. Отношение доверительных границ суммарной погрешности рабочих эталонов 2 разряда и применяемого метода передачи (с учетом их корреляции) к доверительным границам погрешности рабочих СИ, не должно быть более 0,5 (1:2).

6. Средства измерений

6.1. В качестве средств измерений применяют: гигрометры; термогигрометры; гигрографы; анализаторы и преобразователи влажного газа; анализаторы, измерители и преобразователи температуры конденсации углеводородов в диапазоне измерений:

относительной влажности газа от 0 до 100 %;

молярной (объемной) доли влаги от 0,1 до $700 \cdot 10^3$ млн⁻¹;

температуры точки росы/иней от минус 120 °С до плюс 90 °С;

температуры конденсации углеводородов от минус 60 °С до плюс 30 °С.

6.2. Пределы допускаемых погрешностей средств измерений, в зависимости от рабочей температуры, давления и диапазона измерений составляют:

абсолютных погрешностей Δ относительной влажности газа от 0,5 % (включительно) до 15 % (включительно) %;

относительных погрешностей Δ_0 молярной (объемной) доли влаги от 1,5 % (включительно) до 10 % (включительно);

абсолютных погрешностей Δ температуры точки росы/иней от 0,1 °С (включительно) до 5 °С (включительно);

абсолютных погрешностей Δ температуры конденсации углеводородов от 0,25 °С (включительно) до 5 °С (включительно).

Приложение А (справочное)

Формулы взаимного пересчета величин влажности газов

А.1. Формулы взаимного пересчета величин влажности газов представлены в таблице А.1.

Т а б л и ц а А.1 – Формулы взаимного пересчета величин влажности газов

Наименование величины влажности и обозначение	Формула по определению [2]	Относительная влажность φ	Температура точки росы/инея T_d	Молярная доля влаги, x_n
Относительная влажность φ	$\varphi = \left(\frac{x_n}{x_{nw}} \right)_{P,T}$	1	$\varphi = \frac{(e_v f_v)_{P,T}}{(e_{vw} f_v)_{P,T_d}}$	$\varphi = \left(\frac{x_n}{\frac{e_{vw} f_v}{P}} \right)_{P,T}$
Температура точки росы/инея T_d	$\frac{(x_n)_{P,T}}{(x_{nw})_{P,T_d}} = 1$	$(e_{vw} f_v)_{P,T_d} = (\varphi e_v f_v)_{P,T}$ **	1	$(e_{vw} \cdot f_v)_{P,T_d} = (x_n P)_{P,T}$ **
Молярная доля влаги x_n	$x_n = \frac{n_v}{n_v + n_a}$	$x_n = \left(\frac{\varphi \cdot e_{vw} \cdot f_v}{P} \right)_{P,T}$	$x_n = \left(\frac{e_{vw} \cdot f_v}{P} \right)_{P,T_d}$	1
Объемная доля влаги* x_v	$x_v = \frac{V_v}{V}$	$x_v = \left(\frac{\varphi \cdot e_{vw} \cdot f_v}{P} \right)_{P,T}$	$x_v = \left(\frac{e_{vw} \cdot f_v}{P} \right)_{P,T_d}$	1
* Объемную долю влаги x_v принимают равной молярной доле влаги x_n при условии, что влажный газ ведет себя как идеальный газ [3]. ** Значения температуры точки росы/инея T_d определяют при решении уравнений методом последовательных приближений при начальном значении $f(T, P) = 1$.				

П р и м е ч а н и е – В формулы взаимного пересчета величин влажности газов (см. таблицу А.1) входят давление насыщенного водяного пара e_{vw} и повышающий коэффициент f_v , характеризующий отклонение молярной доли влаги реального влажного газа от молярной доли влаги для модели «идеальный газ» [2]. Значения этих величин можно определить, используя справочные данные [4] – [18].

Библиография

- [1] Рекомендации по межгосударственной стандартизации
РМГ 29 – 99. Государственная система обеспечения единства измерений.
Метрология. Основные термины и определения (с Изменениями № 1, 2)
- [2] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 75 – 2014.
Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения влажности
веществ. Термины и определения
- [3] Harrison L. P. Fundamental Concepts and Definitions Relating to Humidity and Moisture
[Text] / Humidity and Moisture. Measurement and Control in Science and Industry. –
N.Y.-Vol. III.– 1963. – p. 3-69
- [4] Система газ – вода. Растворимость льда в азоте и воздухе в диапазоне от
минус 50 °С до минус 2 °С и давлений от 0,2 МПа до 61 МПа. Таблицы РСД.-
ГСССД Р 88 – 84 [Текст] / М. Б. Иомтев [и др.]; ВНИЦ СМВ Госстандарта СССР. –
М., 1984. – 30 с. – Библиография: с. 27. – Деп. во ВНИИКИ 10.12.84 № 220
- [5] Влажный воздух. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200 – 400 К,
давлений 0,1 – 10 МПа и относительной влажности 0,2 – 1,0. Таблицы стандартных
справочных данных ГСССД 167 – 94. [Текст] / Бекетов В. Г., Рабинович В. А.,
Роговин М. Д.; Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации,
информации и сертификации сырья, материалов и веществ Госстандарта РФ. – М.,
1994 – 46 с. – Библиография 5 назв. – Деп. во ВНИЦСМВ 25.10.94 № 747-кк
- [6] Влажный азот. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200 – 400 К,
давлений 0,1 – 10 МПа и относительной влажности 0,2 – 1,0. Таблицы стандартных
справочных данных ГСССД 168 – 94 [Текст] / Бекетов В. Г., Рабинович В. А.,
Роговин М. Д.; Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации,
информации и сертификации сырья, материалов и веществ Госстандарта РФ. – М.,
46 с. – Библиография 6 назв. – Деп. во ВНИЦСМВ 25.10.94 № 748-кк
- [7] Влажный азот. Повышающие коэффициенты в диапазоне температур
283 – 323 К и давлений 0,1 – 10,0 МПа. Таблицы стандартных справочных данных
ГСССД 207 – 2004 [Текст] / Гудков О. И., Дубовиков Н. И., Подмурная О. А.;
Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и
сертификации сырья, материалов и веществ Госстандарта РФ. – М., 2003. – 15 с. –
Библиография 20 назв. – Деп. во ВНИИЦСМВ 25.05.2004 № 808-04 кк
- [8] Влажный водород. Термодинамические свойства в диапазоне Температур 200 – 400
К, давлений 0,1 – 10 МПа и относительной влажности 0,2 – 1,0. Таблицы
стандартных справочных данных ГСССД 169 – 94 [Текст] / Бекетов В. Г. Рабинович
В. А., Роговин М. Д.; Всероссийский научно-исследовательский центр
стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ
Госстандарта РФ. – М., 1994. – 46 с. – Библиография 6 назв. – Деп. во ВНИЦСМВ
25.10.94 № 749-94 кк
- [9] Влажный гелий. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200 – 400 К,
давлений 0,1 – 10 МПа и относительной влажности 0,2 – 1,0. Таблицы стандартных
справочных данных ГСССД 170 – 94 [Текст] / Бекетов В. Г., Рабинович В. А.,
Роговин М. Д.; Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации,
информации и сертификации сырья, материалов и веществ Госстандарта РФ. – М.,
1994. – 46 с. – Библиография 6 назв. – Деп. во ВНИЦСМВ 25.10.94 № 750-94 кк
- [10] Влажный аргон. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200 – 400 К,
давлений 0,1 – 10 МПа и относительной влажности 0,2 – 1,0. Таблицы стандартных
справочных данных ГСССД 171 – 94 [Текст]/ Бекетов В. Г., Рабинович В. А.,
Роговин М. Д.; Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации,
информации и сертификации сырья, материалов и веществ Госстандарта РФ. – М.,
1994. – 46 с. – Библиография 6 назв. – Деп. во ВНИЦСМВ 25.10.94 № 751-94кк

- [11] Влажный метан. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200 – 400 К, давлений 0,1 – 10 МПа и относительной влажности 0,2 – 1,0. Таблицы стандартных справочных данных ГСССД 171 – 94 [Текст] / Бекетов В. Г., Рабинович В. А., Роговин М. Д.; Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ Госстандарта РФ. – М., 1994. – 46 с. – Библиография 6 назв. – Деп. во ВНИЦСМВ 25.10.94 № 752-94 кк
- [12] Углерод диоксида влажный. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200 – 400 К, давлений 0,1 – 10 МПа и относительной влажности 0,2 – 1,0. Таблицы стандартных справочных данных ГСССД 173 – 94 [Текст] / Бекетов В. Г., Рабинович В. А., Роговин М. Д.; Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ Госстандарта РФ. – М., 1994. – 46 с. – Библиография 6 назв. – Деп. во ВНИЦСМВ 25.10.94 № 753-94 кк
- [13] Release on the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam. International Association for the Properties of Water and Steam./ Executive Secretary R.B. Dooley; Electric Power Research Institute. – Palo Alto. CA 94304, USA
- [14] Release on the IAPWS Formulation 1995 for the Thermodynamic Properties of Ordinary Water Substance for General and Scientific Use. International Association for the Properties of Water and Steam [Text] / Executive Secretary R.B. Dooley; Electric Power Research Institute. – Palo Alto. CA 94304, USA
- [15] Release on the Pressure along the Melting and the Sublimation Curves of Ordinary Water Substance. International Association for the Properties of Water and Steam [Text]
- [16] Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. ГСССД Р 776 – 98 [Текст] / Александров А. А., Григорьев Б. А.; – М.: Издательство МЭИ, 1998 – 168 с.
- [17] Sonntag D. Important new values of the physical constants of 1986, vapour pressure formulations based on the ITS-90, and psychrometer formulae [Text] / Zeitschrift für Meteorologie. –1990. – 40(5). – p. 340-344.
- [18] BS 1339 –1:2002 Humidity – Part 1: Terms: Definitions and Formulae