

Руководитель ГЦИ СИ

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Н.И. Ханов

2014 г.

**Измерители комбинированные  
“SevenGo S”**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 209-021-2014**

*н.р. 60861-15*

Санкт-Петербург  
2014

Настоящая методика поверки устанавливает методику первичной и периодической поверок измерителей комбинированных SevenGo S (далее – измерители).

Интервал между поверками 1 год

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1.

Наименование операции	Наименование документа, в котором изложена методика поверки	Обязательность проведения операции	
		При первичной поверке	При периодической поверке
1. Внешний осмотр	6.1 настоящей Методики	Да	Да
2. Опробование	6.2 настоящей Методики	Да	Да
3. Подтверждение соответствия программного	6.3 настоящей Методики	Да	Да
4. Определение метрологических характеристик:			
4.1. При измерении УЭП	Согласно ГОСТ Р 8.722-2010 «ГСИ. Анализаторы жидкости кондуктометрические. Методика поверки».	Да	Да
4.2. При измерении ЭДС	Согласно ГОСТ Р 8.857-2013 ГСИ. рН-метры Методика поверки" (пункт 9.7).	Да	Да
4.3 При измерении рН	Согласно ГОСТ Р 8.857-2013 "ГСИ. рН-метры. Методика поверки" (пункты 9.3).	Да	Да
4.4. При измерении массовой концентрации растворенного кислорода	Согласно: Р 50.2.045-2005 "ГСИ. Анализаторы растворенного в воде кислорода. Методика поверки".	Да	Да
4.5 При измерении молярной концентрации ионов	Согласно п. 6.4.1 настоящей Методики.	Да	Нет
4.6 При измерении температуры	Согласно ГОСТ 8.857-2013" ГСИ. рН-метры Методика поверки" (пункт 9.8).	Да	Да

1.2. Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в табл. 2.  
Таблица 2.

Наименование средства измерений или вспомогательного средства поверки	Номер документа, регламентирующего технические требования к СИ, основные технические и (или) метрологические характеристики
Кондуктометр лабораторный КЛ-4	ТУ 4215-003-43695219-02
Стандарт-титры для приготовления рабочих эталонов рН 2 разряда	Стандарт-титры для приготовления рабочих эталонов рН 2 разряда по ГОСТ 8.135
Кислородно-азотные поверочные смеси (ПГС-ГСО) (Таблица 3)	ТУ 6-16-2956-01
ГСО 8062-94/8064-94	ГСО состава водных растворов ионов СО состава ионов натрия
ГСО 8065-94/8067-94	ГСО состава водных растворов ионов СО состава ионов кальция
ГСО 6687-93/6689-93	ГСО состава водных растворов хлорид-ионов
Микрокомпрессор АЭН-2	ТУ 16-539-630-77, Производительность не менее 20 дм <sup>3</sup> /ч
Пипетки мерные 2-го класса	по ГОСТ 29169-91
Посуда лабораторная стеклянная мерная	по ГОСТ 1770-74
Термометр лабораторный ТР-1	ГОСТ 28498-90, диапазон измерений (0 - 90) °С, цена деления 0,01 °С
Барометр-анероид М-98	ТУ 25-11-1316-76, предел допускаемой погрешности ± 0,8 мм диапазона измерений (610-790) мм рт.ст.
Психрометр аспирационный МБ-4М	ГОСТ 6353-52, диапазон измерений относительной влажности (10 - 100) %
Вода дистиллированная	по ГОСТ 6709
Натрий сернистокислый безводный	ГОСТ 195-78, Квалификация "ч"
Термостат жидкостной	ТУ 25-02-200.351-84, Пределы регулирования температуры от 0 до 100 0С с точностью поддержания температуры ±0,1 0С
Компаратор напряжений Р3003	Класс точности 0,0005
Имитатор электродной системы И-02	Значения сопротивления, имитирующего внутреннее сопротивление измерительного электрода 500 и 1000 МОм
Магазин сопротивлений Р4830/1	Диапазон измерений от 0,01 Ом до 10 КОм
Натрий хлористый	х.ч. ГОСТ 4233-77

Таблица 3

№	Номер ПГС-ГСО	Компонентный состав	Номинальное значение объемной доли О <sub>2</sub> в баллоне, С <sub>б</sub> , %	Пределы допускаемой погрешности δ <sub>ГСО</sub> , %, не более	Концентрация растворенного кислорода в поверочном растворе, С, мг/дм <sup>3</sup>	Относительная погрешность поверочного раствора, %
1	10531-2014	О <sub>2</sub> + N <sub>2</sub>	37,1	±0,2	15	0,57
2			80,0	±0,2	35	0,57

## 2.2. Примечания:

- допускается использование других средств поверки, реактивов и вспомогательного оборудования с метрологическими характеристиками, не уступающими указанным в таблице.
- средства измерений, указанные в таблице, должны быть поверены в установленном порядке и иметь не просроченные свидетельства о поверке.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в Эксплуатационной документацией на измерители, а также требования правил техники безопасности при работе с напряжением до 250 В.

3.2 При проведении испытаний и измерений должны соблюдаться требования безопасности по ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.3.019 .

3.3 При работе с анализаторами необходимо выполнять общие правила работы с электрическими установками до 1000 В и требования, предусмотренные “Основными правилами безопасной работы в химической лаборатории”, М; Химия, 1979, 205с.

3.4 Требования к квалификации исполнителя:

К выполнению измерений и обработке результатов допускаются лица с высшим или средним специальным образованием, прошедшие соответствующую подготовку, имеющие опыт работы в химической лаборатории ежегодно проходящие проверку знаний техники безопасности.

## 4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;
- атмосферное давление от 90,6 до 104,8 кПа;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %
- пыль, вибрация и тряска – отсутствуют.
- 

## 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- поверяемые измерители должны быть подготовлены к работе в соответствии с ЭД на них;
- поверяемые измерители должны быть выдержаны в помещении при температуре, соответствующей условиям поверки, не менее 8 часов. В случае если чувствительные элементы находились при температуре ниже  $0 ^\circ\text{C}$ , время выдержки должно быть не менее 24 часов;
- рабочие поверхности поверяемых первичных преобразователей должны быть тщательно промыты дистиллированной водой.

5.2 Непосредственно перед использованием приготовить 3 контрольных образца удельной электрической проводимости по методике, приведенной в Рекомендации Р 50.2.021-2002, приблизительно соответствующими началу, середине и концу рабочего диапазона измерений для конкретного измерительного канала с соответствующим типом датчика. Объем каждого контрольного образца должен быть не менее  $1 \text{ дм}^3$ . Значение удельной электрической проводимости для каждого образца определяется по лабораторному кондуктометру КЛ-4.

5.2.1 Во время проведения работ контролировать температуру растворов. Температура растворов должна соответствовать температуре, приведенной в Рекомендации, с точностью  $\pm 0,1 ^\circ\text{C}$ .

5.2.3 Подготовить к работе кондуктометр лабораторный КЛ-4 в соответствии с РЭ.

5.2.4 Приготовить поверочные растворы СТ-ОВП-01-1 и СТ-ОВП-01-2 согласно приложению А ГОСТ Р 8.702-2010. Подготовить контрольные растворы для поверки каналов измерения рН. Приго-

товить контрольные растворов ионов кальция, натрия и хлорид-ионов в соответствии с Приложением Г настоящей методики..

## 6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие измерителя следующим требованиям:

- комплектность измерителя соответствует Руководству по эксплуатации;
- у измерителя должны отсутствовать неисправности органов управления, разъемов, нечёткость надписей и маркировок, повреждения корпуса.

### 6.2. Опробование.

При опробовании проверяется функционирование анализатора согласно технической документации фирмы-изготовителя.

Измеритель считается выдержавшим опробование, если он функционирует согласно технической документации фирмы-изготовителя.

### 6.3. Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО).

При проведении поверки измерителя выполняют операцию «Подтверждение соответствия программного обеспечения». Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» состоит в определении номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения.

Измеритель считается прошедшим поверку по данному параметру, если номер версии ПО совпадает с номером версии ПО или выше номера версии ПО, указанного в описании типа.

### 6.4. Определение погрешности измерителя при измерении молярной концентрации ионов кальция, натрия и хлорид-ионов.

6.4.1 Заполнить цилиндр контрольным раствором с известным значением молярной концентрации определяемого иона  $X_i$ .

6.4.2 Поместить соответствующий ионоселективный электрод в сосуд с раствором.

6.4.3 Зарегистрировать значение  $C_j$  (не менее 10 раз в течение 10 минут) по показаниям канала измерения  $X$ .

Вычислить среднее арифметическое значение молярной концентрации ионов  $C_{изм\ i}$  по измеренным значениям  $C_j$ .

Определить относительную погрешность измерения молярной концентрации ионов по формуле:

$$\gamma_i = \frac{|C_{изм\ i} - C_{контр\ i}|}{C_{контр\ i}} \times 100$$

где:

$\gamma_i$  - относительная погрешность измерения молярной концентрации ионов в каждом контрольном растворе, %;

$C_{контр}$  - значение молярной концентрации ионов в контрольном растворе, мг/л;

$C_{изм}$  - измеренная значение молярной концентрации ионов, мг/л.

6.4.4 Результаты измерений признаются положительными, если  $\gamma_i$  для всех контрольных растворов не превышает  $\pm 5,0$  %.

## 5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 7.1. Результаты поверки вносят в протокол, форма которого приведена в Приложении А.
- 7.2. Измеритель, удовлетворяющий требованиям настоящей методики, признается годным и на него выдается свидетельство по поверке установленной формы.
- 7.3. Измеритель, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики, к дальнейшей эксплуатации не допускается и на него выдается извещение о непригодности.

Руководитель лаборатории ФГУП  
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



В.И.Суворов

## ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

измерителя комбинированного SevenGo S

Модификация: \_\_\_\_\_

Зав. № \_\_\_\_\_

Дата выпуска \_\_\_\_\_

Дата поверки \_\_\_\_\_

Условия поверки: температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °С;  
атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа;  
относительная влажность \_\_\_\_\_ %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1. Результаты внешнего осмотра \_\_\_\_\_
2. Результаты опробования \_\_\_\_\_
3. Результаты определения погрешностей измерительных каналов измерителя

4. Заключение \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_

Дата поверки \_\_\_\_\_

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(рекомендуемое)

Зависимость значений рН рабочих эталонов 2-го разряда от температуры

Температура, 0С	Калий тетраоксалат 0,05 м	Калий гидрофталат 0,05 м	Калий дигидрофосфат 0,025 м, натрий моно- гидро-фосфат 0,025 м	Натрий тетраборат 0,01 м
0	1,62	4,00	6,96	9,45
5	1,63	4,00	6,94	9,39
10	1,64	4,00	6,91	9,33
15	1,64	4,00	6,89	9,28
20	1,64	4,00	6,87	9,23
25	1,65	4,01	6,86	9,18
30	1,65	4,01	6,84	9,14
37	1,65	4,02	6,83	9,09
40	1,65	4,03	6,82	9,07
50	1,65	4,05	6,81	9,01
60	1,66	4,08	6,82	8,97
70	1,67	4,12	6,83	8,93
80	1,69	4,16	6,85	8,91
90	1,72	4,21	6,90	8,90
95	1,73	4,24	6,92	8,89



**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(рекомендуемое)

Зависимость содержания растворенного кислорода в дистиллированной воде от температуры при атмосферном давлении  $P = 101,3$  кПа

Т, °С	С, мг/л	Т, °С	С, мг/л	Т, °С	С, мг/л	Т, °С	С, мг/л
0	14,62	9,5	11,46	19,0	9,35	28,5	7,85
0,5	14,43	10,0	11,33	19,5	9,26	29,0	7,77
1,0	14,23	10,5	11,21	20,0	9,17	29,5	7,70
1,5	14,03	11,0	11,08	20,5	9,08	30,0	7,63
2,0	13,84	11,5	10,96	21,0	8,99	30,5	7,57
2,5	13,65	12,0	10,83	21,5	8,91	31,0	7,50
3,0	13,48	12,5	10,72	22,0	8,83	31,5	7,45
3,5	13,31	13,0	10,60	22,5	8,76	32,0	7,40
4,0	13,13	13,5	10,49	23,0	8,68	32,5	7,35
4,5	12,97	14,0	10,37	23,5	8,61	33,0	7,30
5,0	12,80	14,5	10,26	24,0	8,53	33,5	7,25
5,5	12,64	15,0	10,15	24,5	8,46	34,0	7,20
6,0	12,48	15,5	10,05	25,0	8,38	34,5	7,15
6,5	12,33	16,0	9,95	25,5	8,30	35,0	7,10
7,0	12,17	16,5	9,84	26,0	8,22	35,5	7,05
7,5	12,02	17,0	9,74	26,5	8,15	36,0	7,00
8,0	11,87	17,5	9,64	27,0	8,08	36,5	6,95
8,5	11,73	18,0	9,54	27,5	8,00	37,0	6,90
9,0	11,59	18,5	9,44	28,0	7,92	37,5	6,85

**Методика приготовления контрольных растворов ионов кальция, натрия и хлорид-ионов****Г1. Реактивы и оборудование.**

- СО состава ионов кальция ГСО 8065-94/8067-94;
- СО состава хлорид-ионов ГСО 6687-93/6689-93;
- СО состава ионов натрия ГСО 8062-94/8064-94;
- натрий хлористый ч.д.а. ГОСТ 4233-77;
- кальций хлористый ч. ТУ СТП КОМП 2-239-10 КР-223910;
- вода дистиллированная ГОСТ 6709-72;
- весы лабораторные ХР205 НПВ – 220 г, погрешность 1 мг;
- колбы мерные 1-1000-2 ГОСТ 1770-74;
- пипетки градуированные 1-1-2-1 ГОСТ 29227-91;
- мешалка ММ-5 ТУ25-11-834-80.

**Г.2. Приготовление растворов из ГСО.**

Обмыть ампулу с ГСО дистиллированной водой и высушить поверхность ампулы с помощью фильтровальной бумаги. Вскрыть ампулу и перелить содержимое в сухой химический стакан. Отобрать градуированной пипеткой необходимый объем ГСО и перенести в мерную колбу. Довести раствор до метки дистиллированной водой, колбу закрыть пробкой, содержимое колбы тщательно перемешать.

При приготовлении растворов следует пользоваться таблицей Г.1.

Таблица А.1

ГСО	Номинальная массовая концентрация ионов в приготавливаемых растворах, мг/дм <sup>3</sup> (моль/л)	Номинальная массовая концентрация ионов в ГСО, г/дм <sup>3</sup>	Отбираемый объем ГСО, см <sup>3</sup>	Объем мерной колбы, см <sup>3</sup>
ГСО 8065-94/8067-94 (ионы кальция)	1 (2,5·10 <sup>-5</sup> )	1	1	1000
ГСО 8062-94/8064-94 (ионы натрия)	0,5 (2,2·10 <sup>-5</sup> )	0,5	1	1000
ГСО 6687-93/6689-93; (хлорид-ионы)	1 (2,8·10 <sup>-5</sup> )	1	1	1000

**Г.3. Приготовление растворов ионов кальция.**

**Г.3.1. Приготовление раствора Р-11 с концентрацией ионов кальция 1 г/дм<sup>3</sup> (0,025 моль/л).**

Возьмите навеску 2,77 г кальция хлористого (в течение 3 ч. при 105 °С высушенное средство). Перенесите навеску в мерную колбу объемом 1000 см<sup>3</sup>, добавьте приблизительно 700 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Колбу устанавливают на магнитной мешалке и перемешивают содержимое до полного растворения навески. После полного растворения навески наполнить колбу дистиллированной водой до отметки.

**Г.3.2. Приготовление раствора Р-12 с концентрацией ионов кальция 30 г/дм<sup>3</sup> (0,75 моль/л).**

Возьмите навеску 83,11 г кальция хлористого (в течение 3 ч. при 105 °С высушенное средство). Перенесите навеску в мерную колбу объемом 1000 см<sup>3</sup>, добавьте приблизительно 700 см<sup>3</sup> дистиллированной

воды. Колбу устанавливают на магнитной мешалке и перемешивают содержимое до полного растворения навески. После полного растворения навески наполнить колбу дистиллированной водой до отметки.

#### Г.4. Приготовление растворов ионов натрия.

##### Г.4.1. Приготовление раствора Р-21 с концентрацией ионов натрия 1 г/дм<sup>3</sup> (0,043 моль/л).

Возьмите навеску 2,54 г натрия хлористого (в течение 3 ч. при 105 °С высушенное средство). Перенесите навеску в мерную колбу объемом 1000 см<sup>3</sup>, добавьте приблизительно 700 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Колбу устанавливают на магнитной мешалке и перемешивают содержимое до полного растворения навески. После полного растворения навески наполнить колбу дистиллированной водой до отметки.

##### Г.4.2. Приготовление раствора Р-22 с концентрацией ионов натрия 20 г/дм<sup>3</sup> (0,87 моль/л).

Возьмите навеску 50,87 г натрия хлористого (в течение 3 ч. при 105 °С высушенное средство). Перенесите навеску в мерную колбу объемом 1000 см<sup>3</sup>, добавьте приблизительно 700 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Колбу устанавливают на магнитной мешалке и перемешивают содержимое до полного растворения навески. После полного растворения навески наполнить колбу дистиллированной водой до отметки.

#### Г.5. Приготовление растворов хлорид-ионов.

##### Г.5.1. Приготовление раствора Р-31 с концентрацией хлорид-ионов 1 г/дм<sup>3</sup> (0,028 моль/л).

Возьмите навеску 1,65 г натрия хлористого (в течение 3 ч. при 105 °С высушенное средство). Перенесите навеску в мерную колбу объемом 1000 см<sup>3</sup>, добавьте приблизительно 700 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Колбу устанавливают на магнитной мешалке и перемешивают содержимое до полного растворения навески. После полного растворения навески наполнить колбу дистиллированной водой до отметки.

##### Г.5.2. Приготовление раствора Р-32 с концентрацией хлорид-ионов 30 г/дм<sup>3</sup> (0,85 моль/л).

Возьмите навеску 49,44 г натрия хлористого (в течение 3 ч. при 105 °С высушенное средство). Перенесите навеску в мерную колбу объемом 1000 см<sup>3</sup>, добавьте приблизительно 700 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Колбу устанавливают на магнитной мешалке и перемешивают содержимое до полного растворения навески. После полного растворения навески наполнить колбу дистиллированной водой до отметки.

#### Г.6. Расчёт погрешностей приготовления растворов.

##### Г.6.1. Основные формулы

Расчет относительной погрешности приготовления растворов  $\delta_{\text{ГСО}}$ , % выполняют по формуле:

$$\delta_{\text{ГСО}} = \sqrt{\left(\frac{\delta_A}{100}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{V1}}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{V2}}{V_2}\right)^2} \cdot 100,$$

где  $\delta_A$  – относительная погрешность аттестованного значения ГСО,  $\Delta_{\text{ГСО}}=1,0$  % ( $P = 0,95$  %);

$\Delta_{V1}$  – предельное значение возможного отклонения объема мерной колбы от номинального значения, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – объем мерной колбы, см<sup>3</sup>;

$\Delta_{V2}$  – предельное значение возможного отклонения объема пипетки градуированной от номинального значения, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – объем отбираемого ГСО, см<sup>3</sup>.

Расчет относительной погрешности приготовления растворов  $\delta_{\text{АР-и}}$ , % выполняют по формуле:

$$\delta_{\text{АР-и}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{\mu}}{\mu}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_V}{V}\right)^2} \cdot 100,$$

где  $\Delta_{\mu}$  – предельное значение возможного отклонения массовой доли основного вещества в реактиве от присписанного значения  $\mu$ , %;

$\mu$  – массовая доля основного вещества в реактиве согласно квалификации, %;

$\Delta_m$  – предельная возможная погрешность взвешивания, мг;

$m$  – масса навески реактива, мг;

$\Delta_V$  – предельное значение возможного отклонения объема мерной колбы от номинального значения, см<sup>3</sup>;

V - объем мерной колбы, см<sup>3</sup>.

### Г.6.2. Выполнение расчетов

#### Г.6.2.1 Расчет относительной погрешности приготовления растворов ионов

Расчет относительной погрешности приготовления раствора ионов кальция с концентрацией 1 мг/дм<sup>3</sup> ( $2,5 \cdot 10^{-5}$  моль/л), раствора ионов натрия с концентрацией 0,5 мг/дм<sup>3</sup> ( $2,2 \cdot 10^{-5}$  моль/л). и раствора хлорид-ионов с концентрацией 1 мг/дм<sup>3</sup> ( $2,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л).

$$\delta_{\text{ГСО}} = \sqrt{(0,01)^2 + \left(\frac{0,8}{1000}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{1,0}\right)^2} \cdot 100 = 1,4 \%$$

#### Г.6.2.2. Погрешности приготовления растворов ионов кальция Р-11 и Р-12.

$$\delta_{\text{AP-11}} = \sqrt{\left(\frac{1,0}{99,0}\right)^2 + \left(\frac{0,0001}{2,77}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{1000}\right)^2} \cdot 100 = 1,0 \%$$

$$\delta_{\text{AP-12}} = \sqrt{\left(\frac{1,0}{99,0}\right)^2 + \left(\frac{0,0001}{83,11}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{1000}\right)^2} \cdot 100 = 1,0 \%$$

#### Г.6.2.3. Погрешности приготовления растворов ионов натрия Р-21 и Р-22.

$$\delta_{\text{AP-21}} = \sqrt{\left(\frac{1,0}{99,0}\right)^2 + \left(\frac{0,0001}{2,54}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{1000}\right)^2} \cdot 100 = 1,0 \%$$

$$\delta_{\text{AP-22}} = \sqrt{\left(\frac{1,0}{99,0}\right)^2 + \left(\frac{0,0001}{50,87}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{1000}\right)^2} \cdot 100 = 1,0 \%$$

#### Г.7.2.3. Погрешности приготовления растворов хлорид-ионов Р-31 и Р-32.

$$\delta_{\text{AP-21}} = \sqrt{\left(\frac{1,0}{99,0}\right)^2 + \left(\frac{0,0001}{1,65}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{1000}\right)^2} \cdot 100 = 1,0 \%$$

$$\delta_{\text{AP-22}} = \sqrt{\left(\frac{1,0}{99,0}\right)^2 + \left(\frac{0,0001}{49,44}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{1000}\right)^2} \cdot 100 = 1,0 \%$$