

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

**Уральский научно-исследовательский институт метрологии -
филиал Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»**

(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

Согласовано

**Директор УНИИМ –
филиала ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И.Менделеева»**



Е.П. Собина

27 декабря 2021 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Анализаторы горных пород Rock-Eval 7
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 12-251-2021**

**г. Екатеринбург
2021 г.**

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. **РАЗРАБОТАНА** Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»).

2. **ИСПОЛНИТЕЛЬ:** старший инженер лаб. 251 УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» А.С. Засухин.

3. **СОГЛАСОВАНА** директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в декабре 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	4
2	Нормативные ссылки	4
3	Перечень операций поверки	4
4	Требования к условиям проведения поверки	5
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
8	Внешний осмотр средства измерений	6
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	7
10	Проверка программного обеспечения средства измерений	7
11	Определение метрологических характеристик средства измерений.....	7
12	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
13	Оформление результатов поверки	10
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	11

Дата введения в действие:

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы горных пород Rock-Eval 7 (далее – анализаторы), выпускаемые фирмой «Vinci Technologies», Франция. Анализаторы подлежат первичной (до ввода в эксплуатацию и после ремонта) и периодической поверке. Поверка анализаторов должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость анализатора:

– к ГЭТ 154-2016 «Государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 14 декабря 2018 года № 2664 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»;

– к ГЭТ 34-2020 «Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3000 °С» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры»;

– к ГЭТ 3-2020 «Государственному первичному эталону единицы массы (килограмм)» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 29.12.2018 № 2818 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы».

1.3 В настоящей методике реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Интервал между поверками – один год.

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

– Приказ Росстандарта Российской Федерации от 14 декабря 2018 года № 2664 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»;

– Приказ Росстандарта Российской Федерации от 29.12.2018 №2818 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы»;

– Приказ Минтруда и Социальной защиты России от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

– Приказ Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

– ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры»

– ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

– ГОСТ Р 8.585-2001 «ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования»;

– ГОСТ OIML R 76 1–2011 «Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания»;

– ГОСТ 29227-91 «Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки градуированные»;

– ГОСТ 25336-82 «Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры»;

– ГОСТ 6139-2020 «Песок для испытаний цемента. Технические условия»

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при поверке	
		первичная	периодическая
Внешний осмотр	8	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	9	да	да
Проверка программного обеспечения	10	да	да
Определение метрологических характеристик	11		
Определение абсолютной погрешности измерений объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV)	11.1	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений массовой доли углеводородов	11.2	да	да
Определение погрешности измерений температуры печи пиролиза и печи окисления, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений	11.3	да	да
Проверка диапазонов измерений массовой доли углеводородов, объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV), температуры печи пиролиза и печи окисления	11.4	да	нет
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	12	да	да
Оформление результатов поверки	13	да	да

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций проводится настройка анализатора в соответствии с руководством по эксплуатации (далее – РЭ). В дальнейшем все операции повторяются вновь, в случае повторного невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается, анализатор бракуется.

3.4 На основании письменного заявления владельца анализатора или лица, представившего анализатор на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25
- относительная влажность, %, не более 80

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке анализатора допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и РЭ на анализатор.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование	Метрологические и технические требования
ГСО 7289-96 Стандартный образец состава гексадекана	интервал аттестованных значений молярной доли гексадекана от 99,70 до 99,98 % включ., границы допускаемых значений абсолютной погрешности аттестованного значения $\pm 0,06$ % при $P = 0,95$
– ГСО 10610-2015 Стандартный образец состава искусственной газовой смеси постоянных и углеводородных газов (Макро-П-1)	интервал аттестованных значений молярной доли оксида углерода от 0,5 до 12 %, границы относительной погрешности аттестованного значения от $\pm 2,5$ до $\pm 1,3$ % при $P = 0,95$; интервал аттестованных значений молярной доли диоксида углерода от 0,5 до 5 %, границы относительной погрешности аттестованного значения от $\pm 2,5$ до $\pm 0,8$ % при $P = 0,95$;
ГСО 10107-2012 Стандартный образец массовой доли нефтепродуктов в почве (СО НПП)	интервал аттестованных значений массовой доли нефтепродуктов от 1000 до 50 000 мг/кг включ., границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения ± 7 % при $P = 0,95$
Весы лабораторные	диапазон измерений от 0,001 до 50 г, класс точности первый специальный по ГОСТ OIML R 76-1-2011
Преобразователь термоэлектрический ТП-0198/4 ХА(К)	диапазон измерений температур от минус 40 до 1100 °С, класс точности 2 по ГОСТ Р 8.585-2001
Измеритель температуры прецизионный	диапазон измерений от минус 270 до 1800 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении температуры преобразователем термоэлектрическим типа К $\pm 0,1$ °С
Термогигрометр	диапазоны измерений температуры и относительной влажности не менее требуемых по п. 4
Дозаторы одноканальные или пипетки	не хуже 2 класса точности по ГОСТ 29227-91
Песок монофракционный	в соответствии с ГОСТ 6139-2020
Волокнистый кварцевый материал	в соответствии с ТУ 6-11-15-191-81
Печь муфельная	обеспечивающая регулирование температуры в диапазоне (800 ± 50) °С
Эксикатор	исполнения 2 по ГОСТ 25336-82 с заполненным основанием водоотнимающим агентом

6.2 Стандартные образцы, применяемые для поверки, должны иметь действующий паспорт, средства измерений должны быть поверены.

6.3 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих требуемую точность передачи единиц объемной (молярной) доли, массовой доли и температуры поверяемому анализатору.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида анализатора сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений анализатора;

- соответствие комплектности, указанной в описании типа;
- четкость обозначений и маркировки.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Анализатор готовят к работе в соответствии с РЭ.

9.2 Средства поверки готовят к работе в соответствии эксплуатационной документацией СИ и паспортами ГСО. Проверяют работоспособность органов управления и регулировки анализатора в соответствии с РЭ.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Провести проверку идентификационных данных ПО анализатора.

Идентификационное наименование ПО, номер версии ПО идентифицируется при включении анализатора, запуска ПО и дальнейшего вывода из ПО на экран монитора номера версии ПО и его идентификационного наименования. Номер версии ПО и идентификационное наименование ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Управляющее ПО		
Идентификационное наименование ПО	ROCKEVAL 7 SUPERVISOR	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v4.00	
Цифровой идентификатор ПО	-	
ПО для обсчета полученных данных		
Идентификационное наименование ПО	Geoworks ¹⁾	Rock-Eval Reader ¹⁾
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v1.0R1	не ниже v1.0R1
Цифровой идентификатор ПО	-	-
¹⁾ Анализаторы поставляются с одним из указанных ПО		

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV)

11.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) проводят при помощи ГСО 10610-2015 (далее – ГСО-ПГС). Интервалы значений молярной доли компонента, используемые при испытаниях: (0,5-1,0), (4,7-6,0) и (11,0-12,0) % для оксида углерода (II); (0,5-1,0), (2,2-2,8) и (4,5-5,0) % для оксида углерода (IV), соответственно.

11.1.2 ГСО-ПГС при помощи понижающего газового редуктора или регулируемого пневмосопротивления подключают к штуцеру «IN» на задней панели ИК-детектора анализатора. Давление подаваемой ПГС при всех испытаниях не должно превышать 150 кПа, расход ПГС должен быть в диапазоне от 100 до 150 см³/мин. Перед началом измерений проводят продувку измерительной ячейки не менее 5 мин. Результаты измерений объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) в ПГС-ГСО считывают на дисплее ИК-детектора анализатора (1 ppm = 1 млн⁻¹ = 0,0001 %).

Примечание – Аттестованное значение молярной доли компонента в ГСО-ПГС принимают равным значению объемной доли этого компонента в ГСО-ПГС.

11.1.3 Проводят измерения объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) в каждом ГСО-ПГС не менее 5 раз в каждой измерительной точке.

11.2 Определение абсолютной погрешности измерений массовой доли углеводородов

11.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений массовой доли углеводородов в диапазоне от 0,1 до 5,0 % включ. проводят при помощи ГСО 10107-2012, в диапазоне св. 5,0 до 100 % – при помощи контрольных проб, приготовленных в соответствии с Приложением А настоящей методики поверки.

11.2.2 Проводят измерения массовой доли углеводородов в интервалах значений в точках (0,1-5,0), (45-55) и (90-99) %. В каждом интервале проводят измерения не менее 3 раз. За результат измерений принимают сумму значений параметров S1 и S2, мг/г, рассчитываемых при помощи программного обеспечения анализатора (1 мг/г = 0,1 %).

11.3 Определение погрешности измерений температуры печи пиролиза и печи окисления, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений

11.3.1 Проверку приведенной погрешности измерений температуры проводят при помощи преобразователя термоэлектрического ТП-0198/4 ХА(К) (далее – термометр), подключенного к измерителю температуры прецизионному. Измерения температуры проводят в точках (120 ± 10), (480 ± 10) и (800 ± 10) °С.

11.3.2 Термометр помещают в печь пиролиза или окисления таким образом, чтобы его торец упирался в дно измерительного тигля. При помощи программного обеспечения анализатора задают температурную программу печи в соответствии с таблицами 4-5.

Таблица 4 – Температурная программа печи пиролиза

№	Температура, °С	Скорость нагрева, °С/мин	Время выдержки, мин
1	120	-	10
2	500	не менее 10	10
3	800	не менее 10	10

Таблица 5 – Температурная программа печи окисления

№	Температура, °С	Скорость нагрева, °С/мин	Время выдержки, мин
1	200	-	10
2	500	не менее 10	10
3	825	не менее 10	10

11.3.3 Измерения температуры проводят после 5 мин с момента выхода температуры на заданное значение. Регистрируют не менее 3 показаний термометра в каждой измерительной точке.

11.4 Проверка диапазонов измерений массовой доли углеводородов, объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV), температуры печи пиролиза и печи окисления

11.4.1 Проверку диапазонов измерений массовой доли углеводородов, объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV), температуры печи пиролиза и печи окисления производится одновременно с определением абсолютной погрешности измерений массовой доли углеводородов, объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV), приведенной погрешности температуры печи пиролиза и печи окисления по пп. 11.1-11.3.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Рассчитывают абсолютные погрешности измерений объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) для каждого измерения по формуле

$$\Delta_{Cij} = C_{ij} - C_j, \quad (1)$$

где Δ_{Cij} – абсолютная погрешность i -го измерения объемной доли оксида углерода (II) или оксида углерода (IV) в j -ом ГСО-ПГС, %;

C_{ij} – измеренное i -ое значение объемной доли оксида углерода (II) или оксида углерода (IV) в j -ом ГСО-ПГС, %;

C_j – действительное значение объемной доли оксида углерода (II) или оксида углерода (IV) в j -ом ГСО-ПГС, %.

12.2 Анализатор считается прошедшим процедуру поверки, если значения абсолютной погрешности для каждого измерения объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) не превышают значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<p>Диапазоны измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> – объемной доли оксида углерода (II), % – объемной доли оксида углерода (IV), % – массовой доли углеводородов¹⁾, % – температуры печи пиролиза, °С – температуры печи окисления, °С 	<p>от 0,5 до 12</p> <p>от 0,5 до 5</p> <p>от 0,1 до 100</p> <p>от 100 до 850</p> <p>от 200 до 850</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> – объемной доли оксида углерода (II), % – объемной доли оксида углерода (IV), % – массовой доли углеводородов, % 	<p>$\pm (0,008 + 0,05 \cdot x_1)$</p> <p>$\pm (0,008 + 0,05 \cdot x_2)$</p> <p>$\pm (0,08 + 0,12 \cdot x_3)$</p>
<p>Пределы допускаемой погрешности измерений температуры, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> – температуры печи пиролиза, % – температуры печи окисления, % 	<p>$\pm 1,2$</p> <p>$\pm 1,2$</p>
<p>¹⁾ В пересчете на массовую долю гексадекана</p> <p>x_1 – результат измерений объемной доли оксида углерода (II), %</p> <p>x_2 – результат измерений объемной доли оксида углерода (IV), %</p> <p>x_3 – результат измерений массовой доли углеводородов, %</p>	

12.3 Рассчитывают абсолютные погрешности измерений массовой доли углеводородов для каждого измерения по формуле

$$\Delta_{Cmij} = Cm_{ij} - Cm_j, \quad (2)$$

где Δ_{Cmij} – абсолютная погрешность i -го измерения массовой доли углеводородов в j -ой пробе, %;

Cm_{ij} – измеренное i -ое значение массовой доли углеводородов в j -ой пробе, %;

Cm_j – действительное значение массовой доли углеводородов в j -ой пробе, %.

12.4 Анализатор считается прошедшим процедуру поверки, если значения абсолютной погрешности для каждого измерения не превышают значений, указанных в таблице 6.

12.5 Рассчитывают погрешность измерения температуры, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений, для каждой печи по формуле

$$\gamma_{t_{ij}} = \frac{t_{измij} - t_{Tj}}{t_{max}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $\gamma_{t_{ij}}$ – погрешность измерений температуры, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений, %;

$t_{\text{изм}ij}$ – результат i -го измерения температуры анализатором в печи пиролиза или окисления в j - точке, °С;

t_{Tj} – результат измерения температуры внешним термометром в j - точке, °С;

t_{max} – верхний предел диапазона измерений температуры печи, °С.

12.6 Анализатор считается прошедшим процедуру поверки, если значения приведенной погрешности для каждого измерения не превышают значений, указанных в таблице 6.

12.7 За диапазоны измерений анализатора принимают диапазоны измерений массовой доли углеводородов, объемной доли оксида углерода (II) и оксида углерода (IV), температуры печи пиролиза и печи окисления, если полученные значения абсолютной погрешности и приведенной погрешности по пп. 11.1-11.3 удовлетворяют требованиям таблицы 6.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки анализатор признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 30.07.2020 № 2510 или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений. Знак поверки наносится на боковую панель анализатора.

13.3 При отрицательных результатах поверки анализатор к применению не допускают и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 30.07.2020 г. № 2510 или действующими на момент проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

13.4 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений».

Ст. инженер лаб. 251 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»



А.С. Засухин

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Процедура приготовления контрольных проб

Для приготовления контрольных проб углеводородов используются весы лабораторные I (специального) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1-2011, НПВ = 20 г; ГСО 7289-96; песок монофракционный по ГОСТ 6139-2020 (далее – песок); волокнистый кварцевый материал по ТУ 6-11-15-191-81 (далее – вата); дозаторы одноканальные или пипетки не хуже 2 класса точности по ГОСТ 29227-91; печь муфельная, обеспечивающая регулирование температуры в диапазоне (800 ± 50) °С; эксикатор исполнения 2 по ГОСТ 25336-82, основание которого заполнено водоотнимающим агентом (например, оксидом алюминия).

А.1 Помещают в муфельную печь тигли из комплекта поставки анализатора, вату и песок. Муфельную печь нагревают до 850 °С, после чего выдерживают тигли, вату и песок при данной температуре в течение не менее 2 ч. Печь выключают, тигли, вату и песок помещают в эксикатор и охлаждают до комнатной температуры.

А.2 На дно тигля кладут подложку из кварцевой ваты. Тигель помещают на весы, обнуляют показания весов. При помощи дозатора или пипетки в тигель вносят ГСО 7289-96 (номинальные значения массы навесок ГСО приведены в таблице А.1), фиксируют массу навески ГСО. Доводят массу пробы при помощи песка до значений, указанных в таблице А.1, фиксируют массу пробы. Рассчитывают действительную массовую долю углеводородов в пробе (в пересчете на гексадекан) по формуле

$$C_{mj} = \frac{m_{\text{ГСО}}}{m_{\text{проба}}} \cdot A, \quad (\text{А.1})$$

где C_{mj} – действительное значение массовой доли углеводородов в j -ой пробе, %;

$m_{\text{ГСО}}$ – масса навески ГСО, г;

$m_{\text{проба}}$ – масса пробы, г;

A – аттестованное значение молярной доли гексадекана в ГСО, %.

Таблица А.1 – Приготовление контрольных проб

№ п/п	Масса навески ГСО, мг	Масса навески песка, мг	Массовая доля углеводородов в пробе (в пересчете на гексадекан), %	Границы абсолютной погрешности приготовления контрольных проб, %
1	20	20	50	2,8
2	19	1	95	5,5

Примечание – Аттестованное значение молярной доли гексадекана и границы абсолютной погрешности аттестованного значения ГСО принимают равными значению массовой доли гексадекана и его границам абсолютной погрешности соответственно.

А.3 Границы абсолютной погрешности приготовления контрольных проб рассчитывают по формуле

$$\Delta_{C_{mj}} = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{A}{m_{\text{проба}}}\right)^2 \cdot \Delta_{m_{\text{ГСО}}}^2 + \left(-\frac{m_{\text{ГСО}}}{(m_{\text{проба}})^2}\right)^2 \cdot \Delta_{m_{\text{проба}}}^2 + \left(\frac{m_{\text{ГСО}}}{m_{\text{проба}}}\right)^2 \cdot \Delta_A^2} \quad (\text{А.2})$$

где $\Delta_{C_{mj}}$ – границы абсолютной погрешности приготовления j -ой контрольной пробы, г;

$\Delta_{m_{\text{ГСО}}}$ – границы абсолютной погрешности массы навески ГСО, г;

$\Delta_{m_{\text{проба}}}$ – границы абсолютной погрешности массы пробы, г;

Δ_A – границы абсолютной погрешности аттестованного значения молярной доли гексадекана в ГСО, %.