

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»
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

04

2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы исследования пластовых флюидов РВТ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 113-251-2021

Екатеринбург

2024

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** зам. зав. лаб. 251, Вострокнутова Е.В.
- 3 СОГЛАСОВАНА** директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

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

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы исследования пластовых флюидов PVT (далее – системы), изготовленные «Sanchez Technologies», Франция, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка системы должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2. При проведении поверки прослеживаемость системы должна обеспечиваться к:

- ГЭТ 3-2020 «Государственному первичному эталону единицы массы - килограмму» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 04.07.2022 №1622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы» путем косвенных измерений на поверенных весах;

- ГЭТ 17-2018 «Государственному первичному эталону единиц динамической и кинематической вязкости жидкости» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 05.11.2019 № 2622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкости»;

- ГЭТ 18-2014 «Государственному первичному эталону единицы плотности» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 01.11.2019 № 2603 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плотности»;

- ГЭТ 34-2020 «Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 23.12.2022 № 3253 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

- ГЭТ 35-2021 «Государственному первичному эталону единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 K» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 23.12.2022 № 3253 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

- ГЭТ 43-2022 «Государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см²» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 20.10.2022 № 2653 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа».

1.3 В настоящей методике реализована поверка методом прямых, косвенных измерений и методом сличений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки систем, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений давления, МПа	от 0,1 до 100
Пределы допускаемой приведенной ¹⁾ погрешности измерений давления, %	± 0,1
Диапазон измерений температуры, °C	от - 20 до + 200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C	± 0,5
Диапазон измерений объема ячейки ²⁾ , см ³	от 50 до 200 от 50 до 250 от 50 до 300 от 50 до 400 от 50 до 500 от 50 до 1000 от 50 до 1500

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объема ячейки ³⁾ , см ³	$\pm (0,05+0,001 \cdot V_v)$
Диапазон измерений вязкости ⁴⁾ , мПа·с	от 0,1 до 10000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений вязкости, %	$\pm 1,0$
Диапазон измерений плотности ⁴⁾ , г/см ³	от 0 до 2,5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности, %	$\pm 0,1$

¹⁾- к значению верхней границы диапазона измерений
²⁾- по заказу
³⁾- V_v -объем ячейки системы, см³
⁴⁾- опционно

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- Приказ Министерства труда и Социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- Приказ Росстандарта Российской Федерации от 04.07.2022 №1622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы»;
- Приказ Росстандарта Российской Федерации от 05.11.2019 № 2622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкости»;
- Приказ Росстандарта Российской Федерации от 01.11.2019 № 2603 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плотности»;
- Приказ Росстандарта Российской Федерации от 20.10.2022 № 2653 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;
- Приказ Росстандарта Российской Федерации от 23.12.2022 № 3253 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;
- ГОСТ OIML R 76-1-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания (с Поправкой)»;
- ГОСТ Р 58144-2018 «Вода дистиллированная. Технические условия».

3 Перечень операций поверки

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверки	периодической поверки	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	9

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первой поверки	периодической поверки	
Проверка программного обеспечения	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций, поверка прекращается, система бракуется.

3.3 На основании письменного заявления владельца системы или лица, представившего систему на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или блоков из состава системы. При этом в сведениях о поверке указывается состав поверяемой системы.

3.4 На основании письменного заявления владельца системы или лица, представившего систему на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин (проверка в сокращенном объеме) 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 +30
- относительная влажность, %, не более 80

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке системы допускаются лица, прошедшие специальное обучение в качестве поверителя, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и РП на систему.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование	Средство измерений температуры и относительной влажности: диапазон измерений температуры от плюс 15 °C до плюс 30 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,7$ °C, диапазон измерений относительной влажности до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,5$ %	Термогигрометр электронный «CENTER» 313, рег. № 22129-09

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Стандартные образцы вязкости, интервал аттестованных значений динамической вязкости от 1,3 до 10300 мПа·с; границы относительной погрешности аттестованного значения $\pm 0,2\%$ при $P=0,95$	ГСО 8586-2004; ГСО 8598-2004; ГСО 8600-2004; ГСО 8603-2004
	Стандартные образцы плотности жидкости, интервал аттестованных значений плотности от 682,0 до 1330,0 кг/м ³ ; границы абсолютной погрешности аттестованного значения $\pm 0,1$ кг/дм ³ при $P=0,95$	ГСО 8614-2004; ГСО 8622-2004; ГСО 8624-2004
	Рабочий эталон единицы давления 2-го разряда, диапазон измерений давления от 0 до 100 МПа, границы абсолютной погрешности $\pm 0,025$ МПа при $P=0,95$, согласно приказу Росстандарта Российской Федерации от 20.10.2022 № 2653 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИ-190Е, рег. №58668-14
	Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда, диапазон измерений температуры от минус 20 °C до плюс 200 °C, границы абсолютной погрешности $\pm 0,25$ °C при $P=0,95$, согласно приказу Росстандарта Российской Федерации от 23.12.2022 № 3253 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1, рег. №50256-12
	Преобразователь температуры, диапазон измерений температуры от минус 20 °C до плюс 200 °C, границы абсолютной погрешности $\pm 0,02$ °C	Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05М, рег. №46432-11
	Весы электронные II (высокого) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1-2011 с наибольшим пределом взвешивания 6100 г	Весы с функцией компаратора МС-6100, рег. №72386-18
Вода дистиллированная ГОСТ Р 58144-2018		

Примечание – Допускается использовать при поверке другие типы стандартных образцов, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6.2 Стандартные образцы, применяемые для поверки, должны иметь действующий паспорт, эталоны поверены (аттестованы), средства измерений поверены.

6.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 N 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 системы сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений системы;
- 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 Перед проведением поверки систему готовят к работе в соответствии с РП, проверяют работоспособность органов управления и регулировки системы, при включении системы должны отсутствовать сообщения об ошибках.

9.2 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра из таблицы 3.

9.3 Стандартные образцы, используемые при поверке, подготавливают согласно их паспорту; средства измерений, используемые при поверке, подготавливают согласно их эксплуатационной документации.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) системы. Идентификацию наименования и номера версии ПО проводят следующим образом: на главном экране программы нажимают вкладку «Help»→ «about». В открывшемся окне высвечивается версия ПО, проверяют номер версии.

Идентификационные наименования и номера версий ПО должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Falcon 4
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.X*
Цифровой идентификатор ПО	-

* X – относится к метрологически незначимой части ПО и принимает значение от 0 до 99

11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение приведенной погрешности измерений давления

11.1.1 Для определения приведенной погрешности измерений давления подключают рабочий эталон давления к магистрали давления системы.

11.1.2 С помощью программного обеспечения системы последовательно устанавливают значение давления в системе, равное началу, середине и концу диапазона измерений давления.

11.1.3 Для каждой точки диапазона проводят не менее 5 измерений давления с помощью преобразователя давления и с помощью системы.

11.1.4 Рассчитывают приведенную погрешность измерения давления по формуле

$$\gamma_{ij} = \frac{X_{ij} - P_{ij}}{N_B} \cdot 100 , \quad (1)$$

где X_{ij} – j -ый результат измерения давления системой в i -ой точке, МПа;

P_{ij} – j -ый результат измерения давления преобразователем давления в i -ой точке, МПа;

N_B – верхний предел измерений давления, МПа.

Полученные значения приведенной погрешности измерений давления должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

11.2 Проверка диапазона измерений давления

11.2.1 Проверку диапазона измерений давления проводят одновременно с определением приведенной погрешности измерений давления по п. 11.1 настоящей методики поверки.

11.2.2 За диапазон измерений давления системы принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п 11.1 получены удовлетворительные результаты.

11.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

11.3.1 Абсолютную погрешность измерений температуры определяют не менее чем в трех точках диапазона в начале, середине и в конце диапазона.

11.3.2 Для определения абсолютной погрешности измерений температуры извлекают встроенный термометр сопротивления «T Cell» (далее – встроенный термометр) из ячейки системы, далее встроенный термометр и эталонный термометр из таблицы 3 погружают в термостат системы¹. После выдерживания термометров в одной из точек диапазона измерений температуры и стабилизации показаний, проводят не менее 5 раз одновременную регистрацию показаний температуры с помощью встроенного термометра сопротивления из внешнего программного обеспечения системы и эталонного термометра из таблицы 3.

11.3.3 Абсолютную погрешность измерений температуры в каждой точке диапазона измерений температуры рассчитывают по формуле

$$\Delta t_i = t_{uzm_i} - t_{em_i}, \quad (2)$$

где t_{uzm_i} – температура в i -ой точке диапазона измерений, считанная с программного обеспечения системы, $^{\circ}\text{C}$;

t_{em_i} – температура в i -ой точке диапазона измерений, измеренная эталонным термометром из таблицы 3, $^{\circ}\text{C}$.

Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

11.4 Проверка диапазона измерений температуры

11.4.1 Проверку диапазона измерений температуры проводят одновременно с определением абсолютной погрешности измерений температуры по п. 11.3 настоящей методики поверки.

11.4.2 За диапазон измерений температуры системы принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п. 11.3 получены удовлетворительные результаты.

11.5 Определение абсолютной погрешности измерений объема ячейки

11.5.1 Абсолютную погрешность измерений объема ячейки определяют не менее чем в трех точках в начале, середине и в конце диапазона. Выполняют не менее 2 измерений в каждой точке.

11.5.2 Определение абсолютной погрешности измерений объема ячейки проводят с использованием дистиллированной воды и насоса системы. Заполняют ячейку системы дистиллированной водой по ГОСТ Р 58144-2018 (далее – дистиллированная вода)². Для этого один из входов ячейки системы подключают с помощью линии высокого давления к насосу с дистил-

¹ Допускается использовать калибратор температуры.

² При периодической поверке перед заполнением ячейки дистиллированной водой может потребоваться последовательная промывка толуолом, ацетоном, этиловым спиртом. В обратной последовательности рекомендуется промывать установку растворителями для подготовки системы к проведению исследований флюидов.

лированной водой. Далее с помощью ПО запускают насос для заполнения системы дистиллированной водой¹. После полного заполнения ячейки дистиллированной водой необходимо полностью удалить пузырьки воздуха из ячейки. Для этого при помощи ПО системы поворачивают ячейку на угол 135°, запускают перемешивание внутри ячейки на несколько минут, затем выключают перемешивающее устройство, ждут 5 минут и запускают из ПО насос для удаления небольшой части дистиллированной воды из ячейки системы. В первый момент будут выходить пузырьки воздуха и дистиллированная вода, а затем пойдет только дистиллированная вода, что контролируется визуально. Данные процедуры для удаления пузырьков воздуха из ячейки системы может потребоваться повторить многократно.

11.5.3 После полного заполнения ячейки и удаления пузырьков воздуха ячейку возвращают в рабочее положение на угол 45° и переходят к определению абсолютной погрешности измерений объема. Для этого устанавливают любую пластиковую или стеклянную емкость на весы. Далее весы с размещённой на ней пустой емкостью тарируют, затем пустую емкость помещают рядом с системой и над горлом емкости закрепляют трубку, которая выходит из ячейки системы. Трубку закрепляют таким образом, чтобы обеспечивалась ее неподвижность в процессе дозирования, а также отсутствие касания конца трубки емкости, например, закрепляя ее с помощью лабораторного штатива.

11.5.4 Дозирование объема дистиллированной воды из ячейки системы в емкость проводят в начале, середине и конце диапазона измерений. Дозирование дистиллированной воды в начале диапазона проводят с максимальной скоростью, в середине и конце диапазона проводят со скоростью 600 мл/ч. После окончания дозирования в каждой точке диапазона, емкость помещают на весы и измеряют массу дистиллированной воды. Температуру дистиллированной воды определяют по показаниям эталонного термометра из таблицы 3 настоящей методики поверки, опущенного в емкость с водой, сразу после взвешивания на весах.

11.5.5 Абсолютную погрешность измерения объема ячейки системы в каждой точке рассчитывают по формуле

$$\Delta_{ij} = V_{ij} - \frac{1000 \cdot m_{ij}}{1000,28 - 0,0015t_{H_2O(ij)} - 0,0051t_{H_2O(ij)}^2}, \quad (3)$$

где V_{ij} – j -ый результат измерений объема ячейки системой в i -ой точке диапазона измерений, заданной в ПО системы, см³;

m_{ij} – j -ый результат измерений массы дистиллированной воды в i -ой точке диапазона измерений, г;

$t_{H_2O(ij)}$ – j -ый результат измерений температуры дистиллированной воды в i -ой точке, °C.

Полученные значения абсолютной погрешности измерений объема должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

11.6 Проверка диапазона измерений объема ячейки

11.6.1 Проверку диапазона измерений объема проводят одновременно с определением абсолютной погрешности измерений объема по п. 11.5 настоящей методики поверки.

11.6.2 За диапазон измерений объема принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п. 11.5 получены удовлетворительные результаты.

11.7 Определение относительной погрешности измерения вязкости

11.7.1 Проводят не менее 5 измерений вязкости с использованием ГСО вязкости, указанных в таблице 3.

11.7.2 Относительную погрешность измерения вязкости рассчитывают для каждого ГСО по формуле

$$\delta_{ij} = \frac{\eta_{ij} - \eta_{ico}}{\eta_{ico}} \cdot 100, \quad (4)$$

где η_{ij} – j -ый результат измерения вязкости в i -м ГСО, мПа·с;

η_{ico} – аттестованное значение вязкости в i -м ГСО, мПа·с.

¹ Рекомендуется заполнять дистиллированной водой, которая предварительно освобождена от растворенных газов, например, кипячением или вакууммированием.

Полученные значения относительной погрешности измерений вязкости должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

11.8 Проверка диапазона измерений вязкости

11.8.1 Проверку диапазона измерений вязкости проводят одновременно с определением относительной погрешности по п 11.7 настоящей методики поверки.

11.8.2 За диапазон измерений вязкости системы принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п. 11.7 получены удовлетворительные результаты.

11.9 Определение относительной погрешности измерений плотности

11.9.1 Помещают ГСО плотности, указанные в таблице 3, в ячейку системы. Проводят не менее 5 измерений плотности с использованием ГСО плотности.

11.9.2 Относительную погрешность измерений плотности для каждого ГСО рассчитывают по формуле

$$\delta_{ij} = \frac{\rho_{ij} - \rho_{ico}}{\rho_{ico}} \cdot 100, \quad (6)$$

где ρ_{ij} - j -й результат измерений плотности в i -м ГСО, $\text{г}/\text{см}^3$;

ρ_{ico} - аттестованное значение плотности в i -м ГСО, $\text{г}/\text{см}^3$.

Полученные значения относительной погрешности измерений плотности должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

11.10 Проверка диапазона измерений плотности

11.10.1 Проверку диапазона измерений плотности проводят одновременно с определением относительной погрешности по п. 11.9 настоящей методики поверки.

11.10.2 За диапазон измерений плотности системы принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п. 11.9 получены удовлетворительные результаты.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

12.2 При положительных результатах поверки систему признают пригодной к применению.

12.3 Знак поверки наносится в виде наклейки с изображением знака поверки на переднюю панель системы. Пломбирование системы не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки систему признают непригодной к применению.

12.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещения о непригодности к применению средства измерений.

12.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки и о составе поверенного средства измерений.

Разработчик:

**Зам. зав. лаб. 251 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»**

 **E.V. Вострокутова**