

СОГЛАСОВАНО

Директор  
ФГБУ «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

« 11 » 05 2023 г.

**«ГСИ. Модели черного тела высокотемпературные ВВ3500М.  
Методика поверки»**

**МП 019.М4-23**

Главный метролог

ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода  
« 11 » 05 2023 г.

Главный научный сотрудник

ФГБУ «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков  
« 11 » 05 2023 г.

г. Москва  
2023 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на модели черного тела высокотемпературные ВВ3500М (далее по тексту – ВМЧТ), предназначенные для хранения, воспроизведения и передачи единицы радиационной температуры при поверке, испытаниях и калибровке термометрических, радиометрических, спектрорадиометрических и фотометрических средств измерений, и устанавливает операции при проведении их первичной и периодической поверок.

Настоящая методика поверки применяется для поверки ВМЧТ, используемых в качестве рабочих эталонов 1 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.12.2022 № 3253 (далее - ГПС). По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 34-2020 в соответствии с ГПС.

Поверка ВМЧТ выполняется методом прямых измерений.

Метрологические характеристики ВМЧТ указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизводимых температур, °C	от 800,0 до 3000,0
Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95, °C	$\pm(1,2+0,00214 \cdot (t_{вос}-250))^{*}$

\*  $t_{вос}$  - температура, воспроизводимая ВМЧТ, °C.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки ВМЧТ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

№ п/п.	Наименование операции	Обязательность выполнения операции при		Номер раздела (пункта) методики проверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной проверке	периодической проверке	
1	Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
3	Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
4	Определение метрологических характеристик средства измерений			10
5	Определение диапазона воспроизводимых температур и доверительных границ абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95	Да	Да	10.1
6	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2.3 Первичная (периодическая) поверка, проводится на основании письменного заявления владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, оформленного в произвольной форме.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +19 до +23
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104.

3.2 В помещении, где проводится поверка, должно быть обеспечено подключение ВМЧТ к системам водяного охлаждения и подачи аргона.

3.3 Помещение должно быть чистым, сухим и обеспеченным системой кондиционирования воздуха.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Проверку ВМЧТ осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

#### 4.2 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику и руководство по эксплуатации ВМЧТ и средств поверки;
- изучившие правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанные в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ № 903н от 15.12.20;
  - прошедшие полный инструктаж по технике безопасности;
  - прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемым видам измерений.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодических поверок должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки ВМЧТ

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений</p>	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15°C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более 0,5 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 85 % с абсолютной погрешностью не более 3 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа</p>	<p>Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег.номер № 32014-06</p>

Продолжение таблицы 3

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1, 10.2 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы температуры, не ниже уровня Рабочего эталона 0-го разряда, по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.12.2022 № 3253 в диапазоне измерений температуры от 0 до 3000 °C Суммарное СКО результата сличений с эталоном-копией от 0,25 до 3,0 °C в зависимости от диапазона	Государственный рабочий эталон 0-го разряда единицы температуры в диапазоне от 0 до 3000 °C рег. номер: 3.1.ZZA.0020.2015 по ГОСТ 8.558-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры

3.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых ВМЧТ с требуемой точностью. Средства поверки, указанные в таблице 3, должны быть аттестованы (проверены) в установленном порядке.

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 ВМЧТ должны устанавливаться в закрытых взрыво- и пожаробезопасных лабораторных помещениях, оборудованных вытяжной вентиляцией, а также обеспеченных системами водяного охлаждения и подачи аргона. При проведении испытаний следует соблюдать требования, установленные ГОСТ Р 12.1.031-2010, ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.20 № 903н. Оборудование, применяемое при испытаниях, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

6.2 Помещение, в котором проводятся испытания, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

6.3 Когда ВМЧТ находится под напряжением, запрещается касаться электродов и корпуса металлическими предметами. Во избежание ожога глаз смотреть в горячую полость излучателя разрешается только с использованием плотного фильтра.

6.4 Система охлаждения МЧТ должна быть подключена к надежной линии подачи воды. В случае возникновения чрезвычайной ситуации, резервная линия подачи воды должна быть подключена в течение трех минут. Давление воды в системе охлаждения не должно превышать 500 кПа.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Проверку проводят визуально. Проверяют соответствие ВМЧТ следующим требованиям:

- соответствие состава ВМЧТ требованиям раздела 1 их руководства по эксплуатации и описания типа;
- соответствие расположения надписей и обозначений требованиям технической документации;

- отсутствие механических повреждений на наружных поверхностях составных частей ВМЧТ, влияющих на их работоспособность; чистоту клемм и разъемов, состояние соединительных кабелей; сохранность пломб от несанкционированного доступа к местам настройки (регулировки);

7.2 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если:

- состав ВМЧТ соответствует требованиям раздела 1 их руководства по эксплуатации и описания типа;

- расположение надписей и обозначений соответствует требованиям технической документации;

- наружные поверхности составных частей ВМЧТ и соединительные кабели не повреждены, отсутствуют загрязнения клемм и разъемов.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Перед началом работы с ВМЧТ необходимо внимательно изучить руководство по эксплуатации.

8.2 Проверить наличие средств поверки по таблице 3, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

8.3 Заземлить блок питания. Затем подключить блок питания к трехфазному питанию 380 В и нейтрали. Подключить блок питания к системе водяного охлаждения.

8.4 Убедиться, что переднее окно выходной апертуры излучателя МЧТ плотно закрыто. Включить вакуумный насос, входящий в состав вакуумной системы ВМЧТ, постепенно открыть вакуумный вентиль и откачать воздух из полости излучателя. Рекомендуемое время откачки воздуха составляет от 10 до 20 минут.

8.5 Подключить ВМЧТ к блоку питания и преобразователю сигнала оптической обратной связи. Подключить ВМЧТ к системам водяного охлаждения и подачи аргона в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.6 Подключить ВМЧТ и блок питания к персональному компьютеру (далее – ПК).

### **8.3 Опробование ВМЧТ.**

8.3.1 Включить ПК. Открыть папку «ProgramFiles\ BBControl» и запустить программное обеспечение «BBControl» выбором исполняемого файла BBControl.exe. На мониторе ПК появится начальное окно программы (см. рисунок 1).

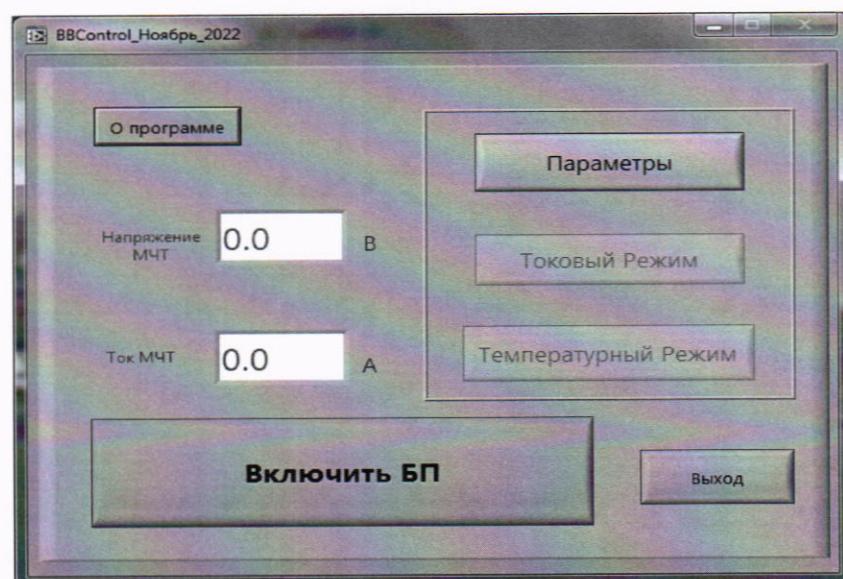


Рисунок 1 – Начальное окно ПО «BBControl»

8.3.2 Включить подачу воды в систему охлаждения ВМЧТ и блока питания.

8.3.3 Включить подачу аргона в ВМЧТ.

8.3.4 Включить блок питания. Для этого в начальном окне ПО нажать кнопку «Включить БП». После этого на фоне начального окна программы последовательно появятся сообщения-напоминания о проверке готовности системы управления ВМЧТ к работе (см. рисунки 2 и 3).

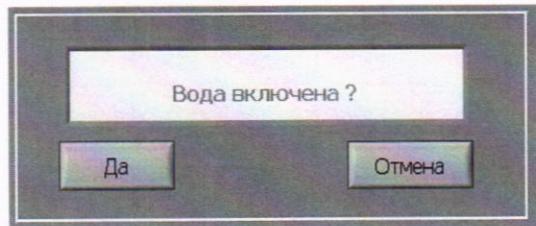


Рисунок 2 – Напоминание о проверке подачи воды в систему охлаждения

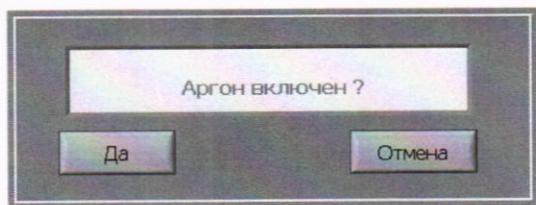


Рисунок 3 – Напоминание о проверке подачи аргона в ВМЧТ

8.3.5 После нажатия кнопки «Да» в сообщениях-напоминаниях в программе запускается автоматическая проверка состояния блока питания. Если проверка прошла успешно, то блок питания включается. При этом начальное окно преобразуется в главное окно: кнопки «Токовый режим» и «Температурный режим» становятся активными, а вид кнопки «Включить БП» меняется: цвет меняется на оранжевый и надпись меняется на «Выключить БП» (см. рисунок 4).

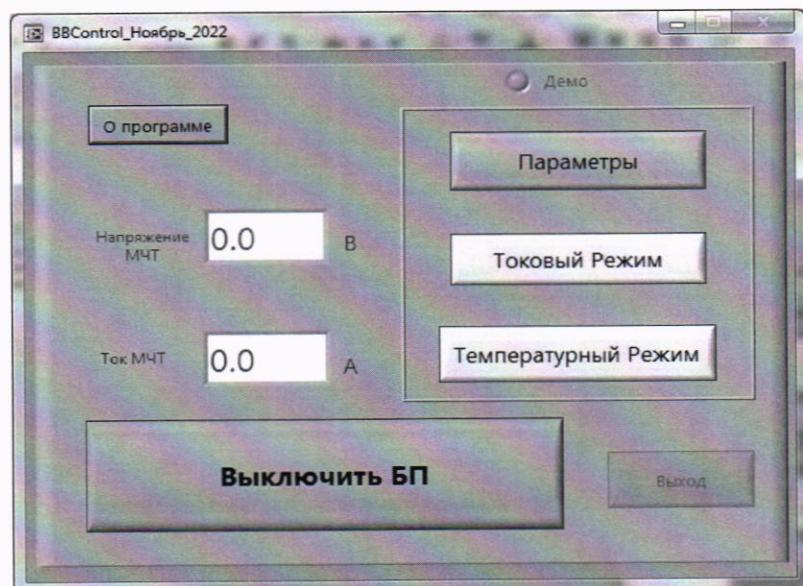


Рисунок 4 – Главное окно ПО «BBControl»

8.4 Для подтверждения требований к условиям проведения поверки, указанных в п. 3 применяется Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп». Проводится измерение параметров температуры окружающей среды, относительной влажности и давления.

8.5 ВМЧТ считаются прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если включение прошло успешно и все органы управления работают исправно, а условия проведения поверки советуют указанным в п. 3.1.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверить соответствие заявленных идентификационных данных программного обеспечения сведениям, приведенным в описании типа на ВМЧТ.

Версия программного обеспечения отображается на экране монитора персонального компьютера при нажатии кнопки «О программе» в главном окне программы BBControl. На экране монитора отобразится номер версии программного обеспечения (см. рисунок 5).



Рисунок 5 – Версия программного обеспечения

9.2 ВМЧТ считаются прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	BBControl
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	13.1 и выше
Цифровой идентификатор ПО	–

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение диапазона воспроизводимых температур и доверительных границ абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95

10.1.1 Включить ВМЧТ в соответствии с пунктами 8.3.1-8.3.5. На экране монитора появится главное окно программы «BBControl» (см. рисунок 4).

10.1.2 Установить пирометр из состава Государственного рабочего эталона 0-го разряда (далее по тексту – эталонный пирометр) напротив ВМЧТ так, чтобы направление его оптической оси совпадало с оптической осью излучателя. Высота оптической оси эталонного пирометра должна быть равна высоте центра излучателя. Расстояние от входной оптики эталонного пирометра до плоскости выходной апертуры излучателя выбирается равным рабочему расстоянию эталонного пирометра. Включить эталонный пирометр в соответствии с его руководством по эксплуатации.

10.1.3 В главном окне нажать кнопку «Температурный режим». На экране появится окно Температурный режим МЧТ (см. рисунок 6).



Рисунок 6 – Окно Температурный режим ВМЧТ

10.1.4 В текстовое окно 1 (см. рисунок 6) ввести значение температуры ВМЧТ 800 °C (заданная температура).

10.1.5 В текстовое окно 2 ввести скорость нарастания тока ВМЧТ. Рекомендуемое значение – 15 А/мин.

10.1.6 Нажать кнопку «СТАРТ» (кнопка 15 на рисунке 6). Через некоторое время текущая температура ВМЧТ достигнет заданной и застабилизируется.

10.1.7 При помощи эталонного пирометра измерить температуру ВМЧТ десять раз.

10.1.8 Нажать кнопку «СТОП» (кнопка 15 на рисунке 6) для вывода ВМЧТ из режима стабилизации температуры.

10.1.9 Повторить пункты с 10.1.4 по 10.1.8, поочередно устанавливая в окне 1 значения заданной температуры ВМЧТ 1200 °C, 2000 °C, 2500 °C и 3000 °C.

10.1.10 Для возврата в главное окно нажать кнопку «Выход» (кнопка 17 на рисунке 6).

10.1.11 Выключить ВМЧТ:

10.1.11.1 В главном окне (см. рисунок 4) нажать кнопку «Токовый режим». Откроется окно Токовый режим (см. рисунок 7).

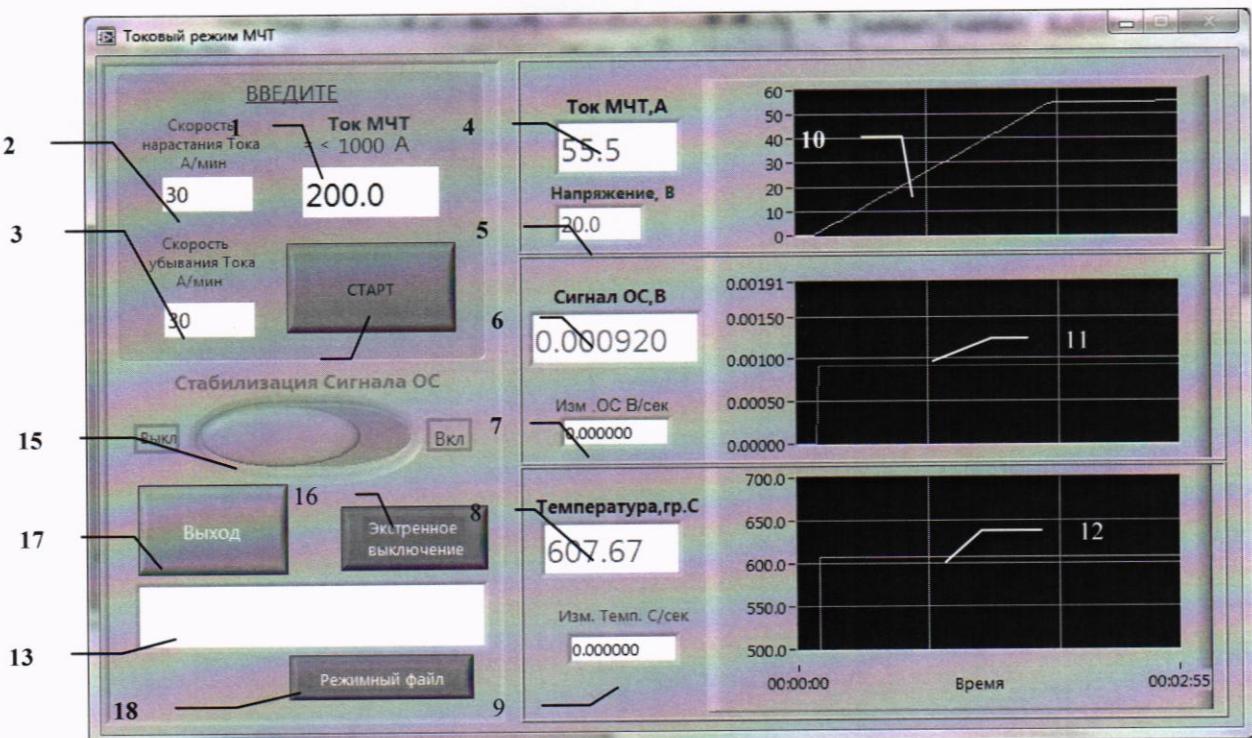


Рисунок 7 – Окно Токовый режим

10.1.11.2 В текстовом окне 1 ввести значение тока ВМЧТ, равное нулю. В текстовом окне 3 ввести значение скорости убывания тока (не более 30 А/мин).

10.1.11.3 Нажать кнопку «СТАРТ» (кнопка 14 на рисунке 7) для запуска процесса выключения МЧТ. После снижения тока до нулевого значения нажать кнопку «Выход» (кнопка 17 на рисунке 7) для возврата в главное окно (см. рисунок 1).

10.1.11.4 В главном окне нажать кнопку «Выключить БП». После выключения блока питания программа вернется к начальному окну (см. рисунок 1).

10.1.12 Обработку результатов измерений температуры провести в соответствии с п. 11.1 настоящей методики поверки.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 11.1 Определение доверительных границ абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95

11.1.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95 определяют разницу между заданной температурой ВМЧТ и температурой, измеренной эталонным пирометром. Разницу определяют на основе измерений температуры излучателя эталонным пирометром, проведенных в разделе 10.1.

11.1.2 Рассчитать среднее арифметическое значение температуры, измеренной эталонным пирометром  $T_0$ , по формуле (1):

$$T_{0,k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{0,k_i} \quad (1)$$

где  $n$  – количество измерений;

$k$  – номер уровня воспроизводимой температуры.

11.1.3 Разницу между заданной температурой ВМЧТ и температурой, измеренной эталонным пирометром, определяют по формуле (2):

$$\Delta T_k = T_k - T_{0,k} \quad (2)$$

где  $T_k$  – значение заданной температуры ВМЧТ, К.

11.1.4 Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95 определяют по формуле (3):

$$\delta = \pm |\Delta T_k| \quad (3)$$

11.1.5 ВМЧТ признаются прошедшими операцию поверки по п. 10.1 с положительным результатом, если диапазон воспроизводимых температур составляет от 800,0 °C до 3000,0 °C, а значения абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95 находятся в доверительных границах  $\pm(1,2+0,00214 \cdot (t_{\text{вос}}-250))$ , где  $t_{\text{вос}}$  – температура, воспроизводимая ВМЧТ, °C.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений поверки заносятся в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

12.2 ВМЧТ считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению в качестве рабочего эталона 1 разряда в соответствии с ГПС, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к рабочему эталону 1 разряда в соответствии с ГПС, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае ВМЧТ считаются прошедшими поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям к средству измерений) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утверждаемыми приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510 (далее – приказ № 2510). Нанесение знака поверки на ВМЧТ не предусмотрено.

12.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям к средству измерений) выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

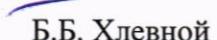
12.5 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В случае, если по результатам поверки средство измерений соответствует обязательным требованиям к рабочему эталону 1 разряда в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются сведения как о средстве измерений, применяемом в качестве эталона, с приложением протокола поверки.

Начальник отделения М-4 ФГБУ «ВНИИОФИ»



В.Р. Гаврилов

Начальник лаборатории ФГБУ «ВНИИОФИ»



Б.Б. Хлевной

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИОФИ»



Н.Е. Бурдакина

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИОФИ»



Д.А. Отряскин

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(Рекомендуемое)  
К Методике поверки МП 019.М4-23  
Модели черного тела высокотемпературные ВВ3500М

**ПРОТОКОЛ**  
**первичной (периодической) поверки**  
**от «\_\_\_\_\_» 20\_\_ г.**

**Средство измерений:** Модель черного тела высокотемпературная ВВ3500М

наименование средства измерений, тип

**Заводской номер** \_\_\_\_\_

заводской номер средства измерений

**Принадлежащее** \_\_\_\_\_

наименование юридического лица, ИНН

**Поверено в соответствии с методикой поверки** МП 019.М4-23 «ГСИ. Модели черного тела высокотемпературные ВВ3500М. Методика поверки».

наименование документа на поверку

**С применением эталонов** \_\_\_\_\_

наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность

**При следующих значениях влияющих факторов:** \_\_\_\_\_

приводят перечень и значения влияющих факторов

- температура окружающей среды, °C \_\_\_\_\_
- относительная влажность воздуха, % \_\_\_\_\_
- атмосферное давление, кПа \_\_\_\_\_

**Внешний осмотр:** \_\_\_\_\_

**Проверка идентификации программного обеспечения:**

Таблица А.1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	
Цифровой идентификатор ПО	

**Опробование:** \_\_\_\_\_

**Получены результаты поверки метрологических характеристик:**

Таблица А.2 – Определение диапазона воспроизводимых температур и доверительных границ абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95

Показания в системе стабилизации температуры ВМЧТ, °C	Показания эталонного пирометра (средние значения), °C	Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95, °C	
		Требования технической документации	Результат

**Рекомендации**

средство измерений признать пригодным (или непригодным) к применению

**Исполнители:**

должность

подпись

фамилия, инициалы