

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной работе**

ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

«25» 04 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы пыли DM-3000

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 640-004-25

**пгт. Менделеево
2025 г.**

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы пыли DM-3000 (далее – анализатор), изготавливаемые ООО «Группа Ай-Эм-Си», г. Москва, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массовой концентрации пыли, мкг/м^3	от 10 до 10^6
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли, %	± 20
Номинальный объемный расход отбираемой воздушной пробы, $\text{дм}^3/\text{мин}$:* в основном канале в обходном канале	1,67 или 3,0 15,0 или 13,67
Пределы допускаемой относительной погрешности объемного расхода отбираемой воздушной пробы относительно номинального значения, %	± 3
* Номинальный объемный расход указывается в паспорте	

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках поверки, проводимой по данной методике, обеспечивается передача единицы массовой концентрации пыли в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ 163-2020.

1.4 При определении метрологических характеристик используется метод непосредственного сравнения результата измерения анализатора со значением массовой концентрации пыли, определенным эталоном.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Объем поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
2.1 Контроль условий поверки	8.1	Да	Да
2.2 Опробование средства измерений	8.3	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
4.1 Определение относительной погрешности объемного расхода отбираемой воздушной пробы относительно номинального значения	10.1	Да	Да
4.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли	10.2	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C от плюс 15 до плюс 35;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

3.2 Характеристики питающей электрической сети должны быть следующие:

- напряжение переменного тока, В от 198 до 242;
- частота переменного тока, Гц от 48 до 52.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднее техническое образование, аттестованные в качестве поверителя, владеющие техникой измерений параметров аэрозолей, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на анализатор, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При поверке должны быть использованы средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемые средства поверки
п. 8.1 (контроль условий поверки)	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 °C до плюс 35 °C с абсолютной погрешностью в пределах ± 1 °C. Средство измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью в пределах ± 2 %. Средство измерений атмосферного давления от 80 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,5$ кПа. Средство измерений напряжения переменного тока питающей сети в диапазоне от 150 до 260 В с относительной погрешностью в пределах ± 2 %. Средство измерений частоты переменного тока в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,1$ Гц	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 мод. ИВТМ-7/4 с первичным преобразователем ИПТВ-03-01, рег. № 15500-12. Барометр рабочий сетевой БРС-1М-3, рег. № 16006-97. Мультиметр цифровой Fluke 17B+, рег. № 59778-15

Продолжение таблицы 3

<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Рекомендуемые средства поверки</i>
п. 10.1 Определение относительной погрешности объемного расхода отбираемой воздушной пробы относительно номинального значения	Средство измерений объемного расхода воздуха в диапазоне измерений от 1 до 16,0 дм ³ /мин, с относительной погрешностью в пределах $\pm 1,0$ %	Расходомер-счетчик газа РГС модификаций РГС-1 и РГС-2, рег. № 20831-06
п. 10.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли	Рабочий эталон единицы массовой концентрации взвешенных частиц в аэродисперсных средах, соответствующий требованиям не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105, и тестовая пыль, имитирующая пыль стационарного источника загрязнений. Образец порошкообразного материала с распределением частиц размером от 0,1 до 100 мкм (для тестового аэрозоля).	Государственный рабочий эталон единиц размера частиц в диапазоне значений от 0,01 до 1000 мкм, счетной концентрации частиц в диапазоне значений от 10 до 10 ¹² дм ⁻³ , массовой концентрации частиц в диапазоне от 0,01 до 10000 мг/м ³ , рег. № 3.1.ZZT.0224.2016 (далее – рабочий эталон) Мука известняковая (доломитовая) марки А класс 4 по ГОСТ 14050-93

5.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 3, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик анализатора с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны. Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены, эталоны аттестованы, результаты поверки (аттестации) должны быть в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений с неистекшим сроком действия на время проведения поверки анализатора.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдать правила безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый анализатор и средства поверки, правила безопасности при работе с электрооборудованием, питающимся от сети переменного тока напряжением до 1000 В.

7 Внешний осмотр

7.1 Проверить комплектность анализатора на соответствие паспорту. Допускается не включать в комплектность поверяемого анализатора следующие комплектующие изделия (выносные элементы пробоотборного тракта) из комплекта пробоотборной системы, а именно: импакторы, фланец накрывной и треногу. Данные изделия применяются только для отбора пробы атмосферного воздуха вне помещения.

7.2 Провести внешний осмотр анализатора на предмет:

- наличия, полноты и целостности маркировки;
- отсутствия видимых повреждений и загрязнений, в том числе комплектующих изделий, которые могут повлиять на работу анализатора;
- исправности разъемов, сетевого и соединительного кабелей, пробоотборных трубок.

7.3 Анализатор считать пригодным к проведению поверки, если:

а) комплектность достаточна для проведения поверки;
 б) имеется четкая маркировка. В маркировку включены идентификационные данные анализатора (наименование, тип (модель), заводской номер, дата изготовления (месяц и год), товарный знак предприятия-изготовителя);

в) отсутствуют видимые повреждения и загрязнения;

г) разъемы, сетевой и соединительный кабели, пробоотборные трубки в исправности.

В противном случае поверку далее не проводить, результаты поверки считать отрицательными.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Измерить соответствующими средствами измерений параметры окружающей среды (температуру, влажность, атмосферное давление) и питающей сети (напряжение и частоту переменного тока). Параметры должны соответствовать требованиям раздела 3 настоящей методики.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Выдержать анализатор в условиях поверки не менее 6 часов, если он транспортировался при отрицательных температурах.

8.2.2 Подготовить анализатор к измерениям следующим образом:

а) установить анализатор в рабочем положении на горизонтальную поверхность;
 б) собрать пробоотборную систему для работы в помещении и подсоединить ее к анализатору согласно руководству по эксплуатации;
 в) подключить насос к анализатору;
 г) установить аналитический фильтр в датчик массы анализатора;
 д) подсоединить анализатор к сети питания и включить соответствующим тумблером на задней панели корпуса. При включении автоматически начнется загрузка программного обеспечения и самодиагностика анализатора, после чего анализатор выходит на рабочий режим. Выход на рабочий режим может осуществляться в течение 60 мин. Результатом выхода является правильное свечение (зеленый цвет) светового индикатора на передней панели анализатора, (рисунок 1) и отображение основного экрана, как показано на рисунке 2.

П р и м е ч а н и е – В процессе поверки возможна замена аналитического фильтра в анализаторе. Замену проводить при отключенном питании анализатора в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации. После установки вновь выдержать анализатор во включенном состоянии до выхода на рабочий режим. Чистые фильтры входят в комплект поставки анализатора.

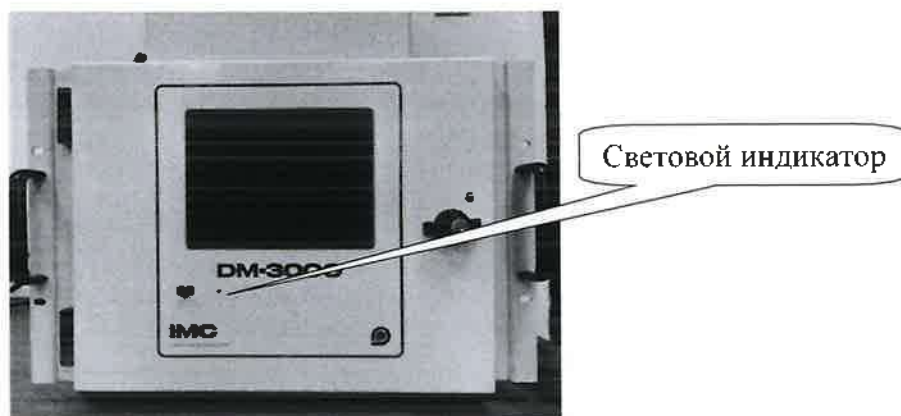


Рисунок 1 – Место расположения светового индикатора на передней панели анализатора

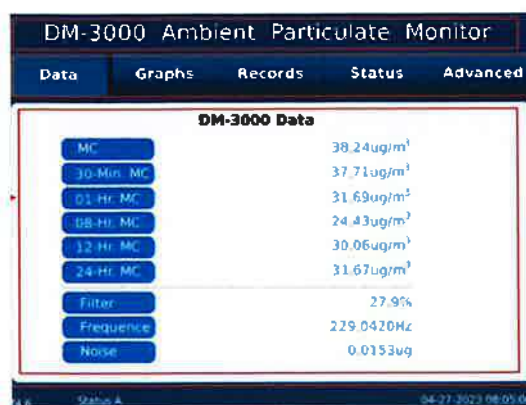


Рисунок 2 – Вид основного экрана

8.3 Опробование средства измерений

8.3.1 Для опробования подготовить анализатор к работе согласно п.8.2.2 настоящей методики. В результате подготовки анализатор должен функционировать нормально, что подтверждается зеленым свечением индикатора состояния, а также данными в нижней части основного экрана (поля «Filter», «Frequency», «Noise»), показанного на рисунке 2.

8.3.2 При нормальном функционировании анализатора:

- в поле «Filter», показывающем состояние аналитического фильтра, должно отображаться значение в диапазоне от 5 % до 20 % при установке чистого фильтра. В процессе проведения поверки это значение не должно быть более 80 %. В противном случае требуется замена аналитического фильтра;
- в поле «Frequency», показывающем частоту колебания чувствительного элемента датчика массы, должно отображаться значение в диапазоне от 200 до 420 Гц;
- в поле «Noise», показывающем собственный шум датчика массы, должно отображаться значение не более 0,02 мг.

8.3.3 Результаты опробования положительные, если анализатор функционирует нормально, а именно индикатор состояния светится зеленым светом, показатели состояния аналитического фильтра, колебаний чувствительного элемента датчика массы и собственного шума в допустимых пределах. В противном случае поверку далее не проводить, результаты поверки считать отрицательными.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Подсоединить анализатор к сети питания и включить. Идентификационные данные метрологически значимого ПО отображаются на дисплее анализатора при начальной загрузке ПО (наименование ПО), далее после появления основного экрана открыть окно «Advanced» → «Advanced-Settings» → «System» → «Information» → «Advanced-Settings-System-Information», где будет отображаться версия встроенного метрологически значимого ПО (рисунок 3). Сличить отображаемую версию ПО с нормированным значением.



Рисунок 3 – Экран отображения версии ПО

9.2 Результаты выполнения операции поверки считать положительными, если отображаемая версия не ниже нормированного значения v4.6. В противном случае результаты поверки считать отрицательными, поверку далее не проводить.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности объемного расхода отбираемой воздушной пробы относительно номинального значения

10.1.1 Операцию выполнить для основного и обходного каналов анализатора. При выполнении операции в качестве тестовой пробы использовать воздух окружающей среды.

10.1.2 Операцию в основном канале выполнить следующим образом:

а) Подготовить анализатор к работе согласно п. 8.2.2 настоящей методики, подсоединив к основному каналу расходомер-счетчик газа РГС (далее – расходомер), соответствующий номинальному расходу в данном канале. Расходомер устанавливать на стадии сборки пробоотборной системы. Для этого открыть дверцу корпуса анализатора для доступа к датчику массы, отсоединить от датчика массы пробоотборную трубку основного канала (рисунок 4) и подсоединить ее ко входу расходомера,

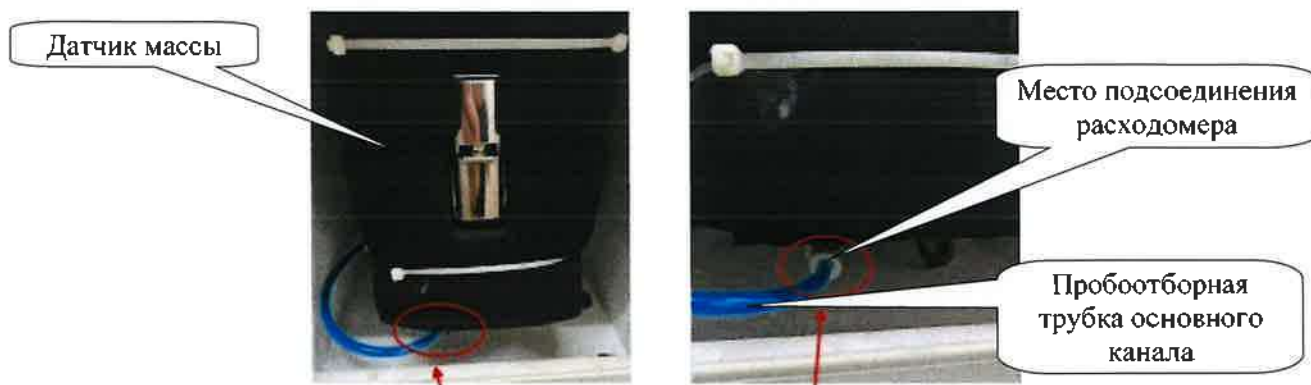


Рисунок 4 – Место подсоединения расходомера в основном канале

б) После включения анализатора и выхода его на рабочий режим снять пять показаний расходомера (в режиме измерений объемного расхода) в течение 30 минут через равные промежутки времени. Показания занести в протокол поверки.

в) После завершения измерений отключить питание анализатора и отсоединить расходомер, подсоединить пробоотборную трубку вновь к датчику массы, закрыть дверцу корпуса.

10.1.3 Операцию в обходном канале анализатора выполнить следующим образом:

а) Подготовить анализатор к работе согласно п. 8.2.2 настоящей методики, подсоединив к обходному каналу расходомер, соответствующий номинальному расходу в данном канале. Расходомер устанавливать на стадии сборки пробоотборной системы. Для этого отсоединить фильтр со входа обходного канала на корпусе анализатора и вместо него подсоединить расходомер (рисунок 5).

б) После включения анализатора и выхода его на рабочий режим снять пять показаний расходомера (в режиме измерений объемного расхода) в течение 30 минут через равные промежутки времени. Показания занести в протокол поверки.

в) После завершения измерений отключить питание анализатора, отсоединить расходомер от анализатора и подсоединить фильтр обходного канала.

П р и м е ч а н и е – При нормированном номинальном расходе до 2 дм³/мин использовать расходомер модификации РГС-1, св. 2 дм³/мин – модификацию РГС-2.

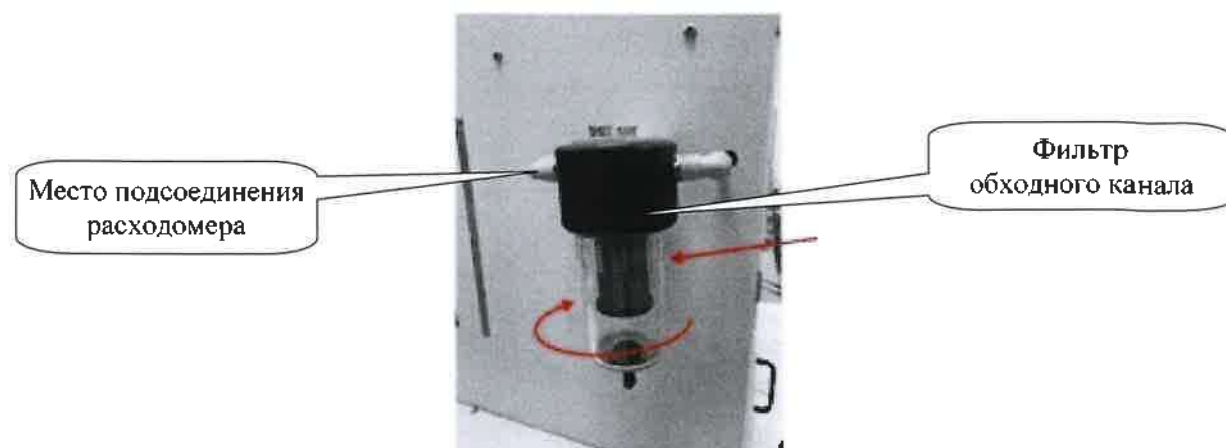


Рисунок 5 – Место подсоединения расходомера в обходном канале

10.1.4 Рассчитать относительную погрешность (δ_{Qi} , %) объемного расхода воздушной пробы в основном и обходном каналах анализатора по формуле (1):

$$\delta_{Qi} = \frac{Q_{\text{изм}i} - Q_{\text{си ном}}}{Q_{\text{си ном}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $Q_{\text{изм}i}$ – значение объемного расхода отбираемой воздушной пробы, измеренное расходомером, $\text{дм}^3/\text{мин}$.

$Q_{\text{си ном}}$ – номинальный объемный расход отбираемой воздушной пробы в основном/обходном канале анализатора, указанный в паспорте, $\text{дм}^3/\text{мин}$;

10.1.5 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность объемного расхода воздушной пробы находится в допустимых пределах $\pm 3\%$ относительно номинальных значений в основном и обходном каналах 1,67 и 15,0 $\text{дм}^3/\text{мин}$ или 3,0 и 13,67 $\text{дм}^3/\text{мин}$ в зависимости от заводских настроек. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

10.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли

10.2.1 Собрать схему согласно рисунку 6, подсоединив вход измерительного блока поверяемого анализатора к аэрозольной камере с помощью пробоотборной трубки. При этом анализатор должен быть подготовлен к работе согласно п.8.2.2 настоящей методики.

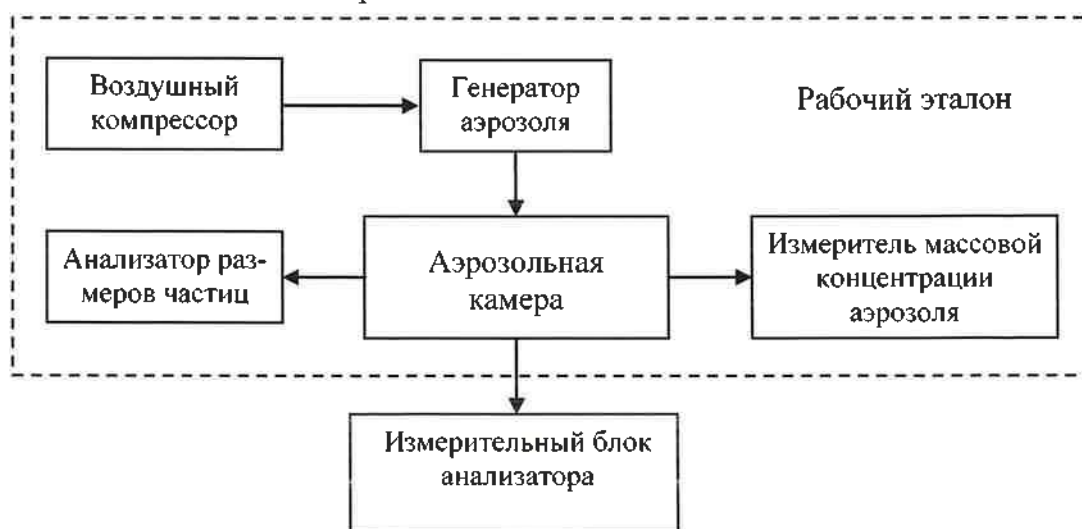


Рисунок 6 – Схема поверки

10.2.2 Создать в аэрозольной камере тестовый аэрозоль, последовательно задавая концентрации (20 ± 10) , (100 ± 20) , (1000 ± 200) , (10000 ± 2000) , (950000 ± 50000) мкг/м^3 . Концентрацию тестового аэрозоля контролировать рабочим эталоном. На каждом заданном уровне поверяемого анализатора провести по 5 (пять) измерений в течение 30 мин через равные промежутки времени. Результаты полученных измерений занести в протокол поверки.

10.2.3 Вычислить относительную погрешность измерений массовой концентрации пыли (δ_M , %) по формуле (2):

$$\delta_M = \frac{C_{\text{си}} - C_{\text{эт}}}{C_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $C_{\text{си}}$ – значение массовой концентрации пыли, измеренное анализатором, мкг/м^3 ;

$C_{\text{эт}}$ – значение массовой концентрации пыли на заданном уровне, измеренное рабочим эталоном, мкг/м^3 .

10.2.4 Результаты операции поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли находятся в допустимых пределах ± 20 % в нормированном диапазоне от 10 до 10^6 мкг/м^3 . В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы.

11.2 При положительных результатах поверки анализатор признается годным, при отрицательных результатах поверки анализатор бракуется и к дальнейшей эксплуатации не допускается.

11.3 Результаты поверки анализатора подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца анализатора или лица, представившего его на поверку, на анализатор выдается свидетельство о поверке (при положительных результатах поверки) или извещение о непригодности к применению (при отрицательных результатах поверки).

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Д.М. Балаханов

Ведущий инженер лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Н.Б. Потапова