

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»


Н.В. Иванникова

« 16 » _____ 2020 г.

М.П.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ВГТД
СТЕНДА НО1785

Методика поверки
МБДА.2432.0302.000МП

2020 г.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

АИИС	–	система автоматизированная информационно-измерительная
ВП	–	верхний предел диапазона измерений
НЗ	–	нормированное значение измеряемого параметра
ВСУ	–	вспомогательная силовая установка
ДИ	–	диапазон измерений ИК, в пределах которого устанавливаются контрольные точки (меры), для которых определяются значения метрологических характеристик, и в которых выполняется их оценка на соответствие нормированным пределам допускаемой погрешности измерений
ИК	–	измерительный канал (каналы)
ИФП	–	индивидуальная функция преобразования (градуировочная характеристика)
КТ	–	контрольная точка диапазона измерений (ДИ), в которой устанавливается (задается) номинальное действительное значение измеряемой величины, принимаемое за истинное, при проведении экспериментальных исследований поверяемого ИК
МП	–	методика поверки
МХ	–	метрологические характеристики
НП	–	нижний предел диапазона измерений
НФП	–	номинальная функция преобразования (градуировочная характеристика)
ПК	–	персональный компьютер
ПО	–	программное обеспечение
ПП	–	первичный преобразователь (датчик)
СИ	–	средства измерений
СП	–	средства поверки (эталон) СИ или средства проверки технических характеристик СИ
СТО	–	стендовое технологическое оборудование

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки (МП) разработана в соответствии с требованиями РМГ 51-2002, приказом Минпромторга № 1815 от 02.07.2015 г. и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок измерительных каналов (ИК) системы автоматизированной информационно-измерительной для испытаний ВГТД стенда НО1785 (далее по тексту – система, АИИС), предназначенной для измерений параметров технологических процессов стендовых испытаний ВСУ на стенде АО "Уфимское агрегатное предприятие "Гидравлика", г. Уфа.

АИИС является многоканальной измерительной системой, отнесенной в установленном порядке к средствам измерений, и подлежит государственному регулированию обеспечения единства измерений на всех этапах цикла, включая эксплуатацию.

Система включает в себя 12 типов ИК, предназначенных для измерений в различных диапазонах следующих физических величин:

ИК измерений физических величин, состоящих из первичного преобразователя измеряемой величины в электрические параметры и последующих измерений этих электрических параметров.

К данной группе относятся:

ИК давления барометрического абсолютного;

ИК давления избыточного и перепада давлений жидких и газообразных сред;

ИК температуры жидких и газообразных сред (с ПП терморезистивного типа);

ИК температуры газообразных сред (с ПП термоэлектрического типа);

ИК расхода жидкостей массового и объемного;

ИК виброускорения;

ИК частоты переменного тока;

ИК напряжения постоянного тока;

ИК напряжения переменного тока;

ИК силы постоянного тока;

ИК силы переменного тока.

Вторая группа представляет из себя ИК электрических величин, соответствующих значениям физических параметров, определяемых по градуировочным характеристикам ПП.

К данной группе относятся:

ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К);

ИК частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения ротора;

ИК силы постоянного тока, соответствующей значению давления;

ИК частоты вращения, соответствующей значениям частоты вращения ротора.

Структура АИИС приведена на схеме МБДА.2432.0302.000 Е1, а характеристики ИК указаны в таблицах приложения В настоящей МП.

Интервал между поверками - 1 год.

1 СПОСОБЫ ПОВЕРКИ И НОРМИРОВАНИЯ МХ

1.1 Способы поверки

Настоящая МП устанавливает комплектный и поэлементный способы поверки ИК.

1.2 Нормирование МХ

1.2.1 Номенклатура МХ ИК, определяемых по данной МП, установлена в соответствии с ГОСТ 8.009-84. Оценка и форма представления погрешностей – по МИ 1317-2004.

1.2.2 Методы определения МХ ИК при поверке комплектным способом - для ИК по ГОСТ Р 8.736-2011 и ОСТ 1 00487-83.

Нормирование поверки:

- количество КТ на ДИ ИК по МИ 2440-97.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 Перечень операций поверки

2.1.1 Перечень операций, которые должны проводиться при поверке АИИС, приведен в

2.1.2 Таблица 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Опробование	8.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик ИК:		+	+
3.1 Определение абсолютной погрешности измерений абсолютного атмосферного давления	8.4	+	+
3.2 Определение приведенной к верхнему пределу измерений (к ВП) и нормированному значению (к НЗ) погрешности измерений избыточного давления жидкостей и газов, перепада давления	8.5	+	+
3.3 Определение относительной и приведенной (к ВП и НЗ) погрешности измерений температуры ПП терморезистивного типа	8.6	+	+
3.4 Определение относительной и приведенной (к ВП) погрешности измерений температуры ПП термоэлектрического типа	8.7	+	+
3.5 Определение относительной погрешности измерений расхода массового и объемного жидкостей	8.8	+	+
3.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений виброускорения	8.9	+	+
3.7 Определение приведенной к диапазону измерений (к ДИ) погрешности измерений частоты переменного тока	8.10	+	+
3.8 Определение приведенной (к НЗ) погрешности измерений напряжения постоянного тока	8.11	+	+
3.9 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения переменного тока	8.12	+	+
3.10 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы пост-	8.13	+	+

1	2	3	4
янного тока			

Продолжение таблицы 1

3.11 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы переменного тока	8.14	+	+
3.12 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований первичных измерительных преобразователей термоэлектрического типа ХА(К)	8.15	+	+
3.13 Определение приведенной (к НЗ) погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения ротора	8.16	+	+
3.14 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям давления	8.17		
3.15 Определение приведенной (к НЗ) погрешности измерений частоты вращения, соответствующей значениям частоты вращения ротора	8.18		
4. Оформление результатов поверки		+	+

Примечания:

1 Допускается сокращенная поверка АИИС, в соответствии с требованиями программ испытаний изделий, для измерительного контроля параметров которых она предназначена;

2 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме первичной), с обязательным указанием об этом в свидетельстве о поверке АИИС.

Операции и последовательность выполнения работ для ИК, поверяемых комплектным способом 1

2.1.3 Поверку ИК, поверяемого комплектным способом 1, в целом выполнять в следующей последовательности:

- внешний осмотр ИК;
- подготовка системы и ПО к поверке;
- проверка работоспособности (опробование) ИК;
- экспериментальные исследования (сбор данных) ИК;
- определение МХ ИК. Для ИК с НФП определяется максимальная погрешность и ее составляющие. Для ИК с ИФП определяется новая градуировочная характеристика, максимальная погрешность и ее составляющие.

Операции и последовательность выполнения работ для ИК, поверяемых комплектным способом 2

2.1.4 Поверку ИК, поверяемого комплектным способом 2, в целом выполнять в следующей последовательности:

- внешний осмотр ИК;

- демонтаж и определение метрологических характеристик ПП;
- подготовка системы и ПО к определению МХ электрической части ИК;
- проверка работоспособности (опробование) электрической части ИК (без ПП);
- экспериментальные исследования (сбор данных) электрической части ИК;
- определение МХ электрической части ИК. Для ИК с НФП определяется максимальная погрешность и ее составляющие. Для ИК с ИФП определяется новая градуировочная характеристика, максимальная погрешность и ее составляющие;
- определение метрологических характеристик всего ИК.

Операции и последовательность выполнения работ для ИК, поверяемых поэлементным способом

2.1.5 Поверку ИК, поверяемого поэлементным способом (включая ИК, с преобразователями, имеющими цифровой выход), выполнять в следующей последовательности:

- внешний осмотр ИК;
- демонтаж измерительных компонентов в составе ИК, автономная поверка (определение и оценка МХ) каждого измерительного компонента. Работы по поверке (подготовка, проверка работоспособности, экспериментальные исследования) электрической части поверяемого ИК выполнять как для электрической части ИК при поверке ИК комплектным способом 2;
- оценка максимальной погрешности ИК по МХ измерительных компонентов;
- монтаж измерительных компонентов и проверка работоспособности ИК.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в Таблица 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Ссылка на номер раздела МП	Наименование и тип (условное обозначение) основных или вспомогательных СИ, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, основные и (или) метрологические и характеристики СИ
8.5; 8.6; 8.7; 8.10; 8.13; 8.14; 8.15; 8.16; 8.17	<p>Калибратор процессов документирующий Fluke 753:</p> <ul style="list-style-type: none"> – диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 15 до 15 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm(0,0001 \cdot U + 0,0005)$ В, где U – значение воспроизводимого напряжения, В; – диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0.001 до 10000 Ом, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току $\pm(0,0001 \cdot R + 0,01)$ Ом, где R – значение воспроизводимого сопротивления, Ом; – диапазон воспроизведения силы постоянного тока от минус 0,1 до 22 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm(0,0001 \cdot I + 0,003)$ мА, где I – значение воспроизводимой силы тока, мА; – диапазон воспроизведения частоты от минус 0,1 до 50000 Гц, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты $\pm(0,01 \div 5)$ Гц;
8.9; 8.11; 8.12	<p>Калибратор универсальный Н4-7:</p> <ul style="list-style-type: none"> – диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от минус 0,1 мкВ до 20 В (0,1 ÷ 1000) Гц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(0,005 \div 0,2)$ %;

При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и диапазону воспроизведения или измерений требованиям настоящей методики.

При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов.

Используемые средства поверки должны быть поверены в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г. и иметь действующие свидетельства о поверке (знак поверки).

Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на систему и входящие в её состав аппаратные и программные средства, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

К поверке допускаются лица, освоившие работу с используемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику и имеющие достаточную квалификацию.

Лица, участвующие в поверке системы, должны проходить обучение и аттестацию по технике безопасности и производственной санитарии при работе в условиях её размещения.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «ПОТ Р М-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевыми Правилами по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.2.091-2002 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование. Любые подключения приборов проводить только при отключенном напряжении питания системы.

Кроме того, необходимо соблюдать следующие требования:

– к работе по выполнению поверки (калибровки) допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие аттестацию по технике безопасности и промышленной санитарии, ознакомленные с эксплуатационной документацией на систему, с инструкцией по эксплуатации электрооборудования стенда и с настоящей методикой;

– электрооборудование стенда, а также электроизмерительные приборы, используемые в качестве средств поверки, должны быть заземлены, блоки питания должны иметь предохранители номинальной величины;

– работы по выполнению поверки АИИС должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Условия окружающей среды:

- температура воздуха, °С от 10 до 30;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

6.2 Питание АИИС:

- напряжение питающей сети переменного тока, В 230 ± 23;
- частота питающей сети, Гц 50 ± 1.

Примечание – При выполнении проверок ИК АИИС условия окружающей среды для СП должны соответствовать требованиям, указанным в руководствах на их эксплуатацию.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- подготовить АИИС к работе. Порядок подготовки ИК описан в Руководстве по эксплуатации МБДА. 2432.0302.000 РЭ.

- поверка производится с применением функции «Проверка» программы «Recorder». Интерфейс программы не требует специальных навыков поверителя (требуется лишь задать количество контрольных точек и значения сигналов в этих точках, а затем следовать указаниям программы). По окончании поверки формируется файл отчета в виде протокола поверки в формате документа .rtf. Форма протокола поверки приведена в Приложении Б.

7.1.1 Запустить программу управления комплексами МІС «Recorder». Появится основное окно программы, показанное на рисунке 1.

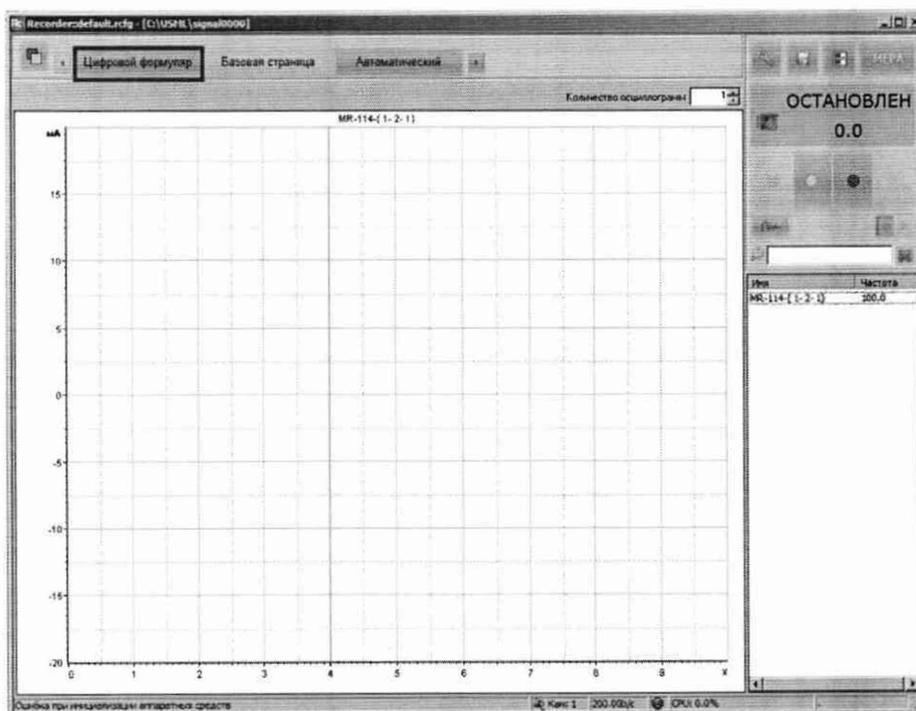


Рисунок 1 – Основное окно программы

Затем нажать на кнопку «Цифровой формуляр», выделенную на рисунке 1 красным цветом. Откроется окно цифровых формуляров, показанное на рисунке 2.

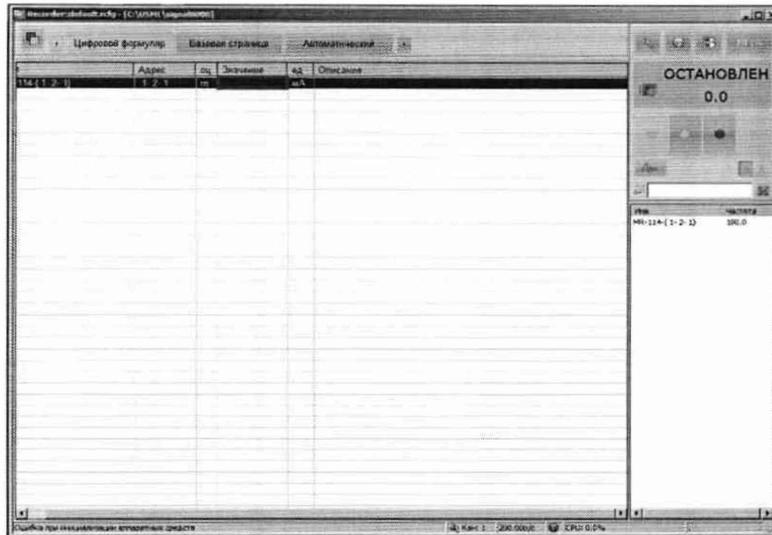


Рисунок 2 – Окно программы «Цифровой формуляр»

7.1.2 Настроить программу управления комплексами МПС «Recorder», для чего выполнить следующие операции:

- в соответствии с пунктом 7.1.1 выделить в окне «Цифровой формуляр» ИК, подлежащий поверке;
- открыть диалоговое окно «Свойства»;
- в открывшемся диалоговом окне «Настройка канала...», представленном на Рисунок 3, в разделе «Канальная ГХ» нажать кнопку  «Калибровка канала»;
- в открывшемся диалоговом окне «Выбор типа градуировки...», представленном на Рисунок 4, выбрать в разделе «Произвести..», «поверку», «стандартная», нажать кнопку «Далее»;

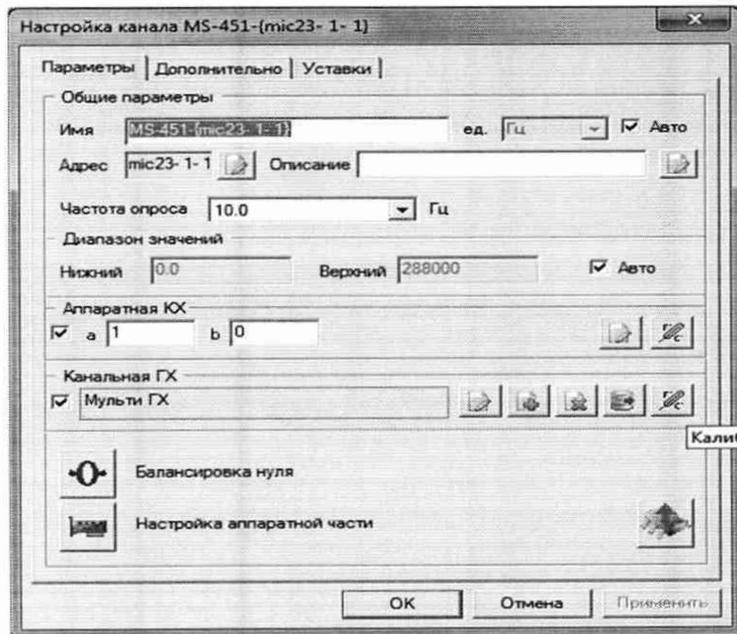


Рисунок 3 – Вид диалогового окна «Настройка канала...»

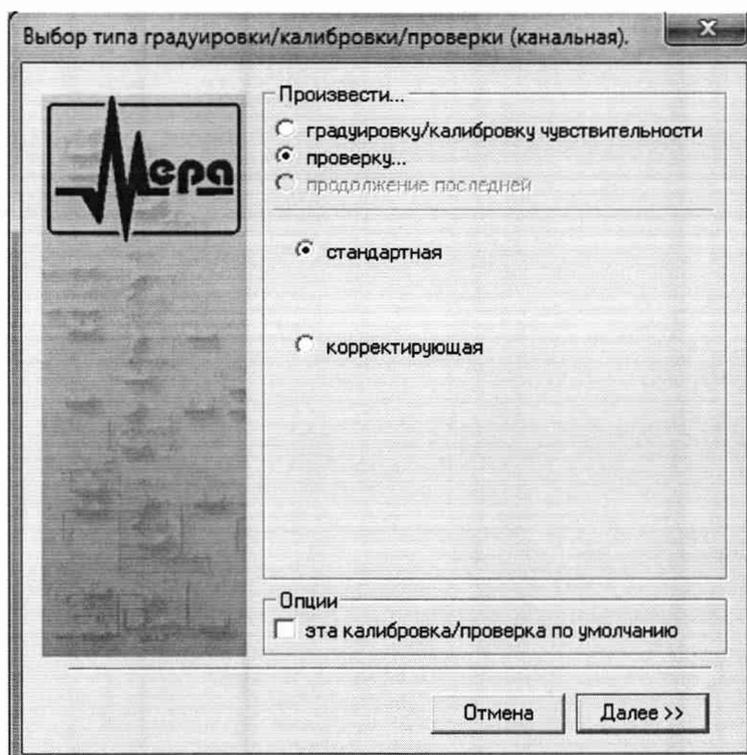


Рисунок 4 – Вид диалогового окна «Выбор типа градуировки/калибровки/поверки (канальная)»

– в диалоговом окне «Параметры поверки (канальная)», представленном на Рисунок 5, установить следующие значения:

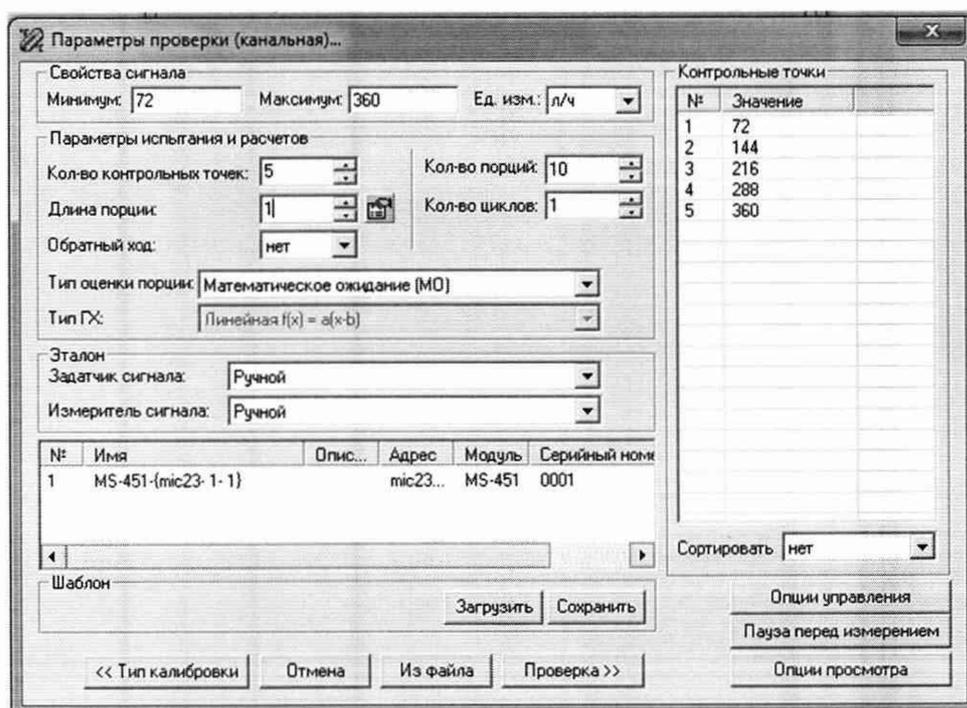


Рисунок 5 – Вид диалогового окна «Параметры поверки (канальная)»

– в разделе «Свойства сигнала» в поле «Минимум» – значение нижнего предела диапазона измерений, в поле «Максимум» – значение верхнего предела диапазона измерений, в поле «Ед. изм.» – единицы измерений поверяемого ИК;

– в разделе «Параметры поверки (канальная)» в поле «Количество контрольных точек» – выбранное количество точек: 5 или 6, в поле «Длина порции» – число, соответствующее «Количеству точек усреднения» (диалоговое окно «Настройка канала...» во вкладке «Дополнительно»), в поле «Количество порций» – заданное количество порций – 5, в поле «Количество циклов» – 1, в поле «Обратный ход» – нет, в поле «Тип оценки порции» – математическое ожидание;

– в разделе «Эталон» в поле «Задатчик сигнала» – ручной, в поле «Измеритель сигнала» – ручной;

– поле «Контрольные точки» заполняется автоматически с равномерным распределением контрольных точек по диапазону измерений, включая начало и конец диапазона, но в случае необходимости значения контрольных точек следует отредактировать. Для запуска процесса поверки необходимо нажать кнопку «Поверка»;

Из диалогового окна «Настройка завершена», вид которого представлен на Рисунок 5, нажав кнопку «Поверка», выйти в диалоговое окно «Измерение», вид которого представлен на Рисунок 5;

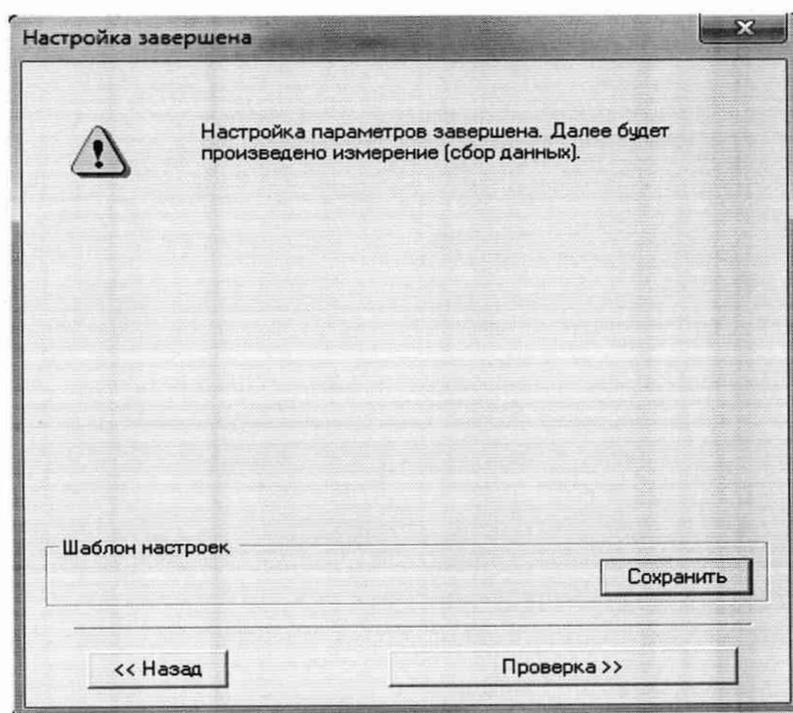


Рисунок 6 – Вид диалогового окна «Настройка завершена»

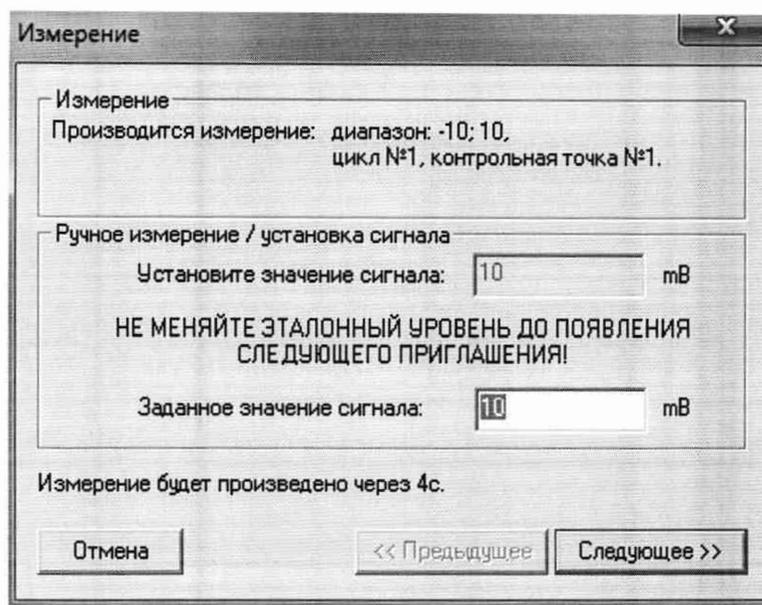


Рисунок 7 – Вид диалогового окна «Измерение»

Измерение заданного сигнала выполняется при нажатии кнопки «Следующее».

После измерений последней контрольной точки в диалоговом окне «Измерение завершено» нажать кнопку «Расчет», выйти в диалоговое окно «Обработка и просмотр измеренных данных» и, работая в диалоговом режиме, сформировать протокол поверки, внося данные в окно «Настройка параметров протокола», показанное на рисунке 8.

Для расчета приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности, поставить отметку напротив пункта «Приведенная погрешность» и на вкладке «Диапазон» выбрать пункт «Диапазон измерений».

После сохранения и просмотра протокола поверки завершить поверку и с помощью кнопки «ОК» выйти из диалогового окна «Настройка канала».



Рисунок 8 – Окно «Настройка параметров протокола».

Протокол обработки результатов измерений формируется в виде файла и (или) выводится на печать принтером. Форма протокола приведена в Приложении Б.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При выполнении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого ИК АИИС следующим требованиям:

- комплектность ИК АИИС должна соответствовать формуляру;
- маркировка ИК АИИС должна соответствовать требованиям проектной и эксплуатационной документации;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т. д.) ИК системы не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены;
- соединительные линии (кабели, провода) не должны иметь повреждений изоляции и экранирования и должны быть надежно соединены с разъемами и клеммами;
- экранирование кабелей и проводов должно быть соединено между собой и с заземляющим контуром в соответствии с электрическими схемами.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать удовлетворительными, если выполняются условия, изложенные в пункте 8.1.1. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

8.2 Опробование

8.2.1 Идентификация ПО

Для проверки наименования и версии метрологически значимого ПО выполнить следующие операции:

- запустить программу управления комплексами МИС «Recorder»;
- в открывшемся главном окне программы щелчком правой кнопки «мышь» по пиктограмме в левом верхнем углу открыть контекстное меню «О программе»;
- щелчком левой кнопки «мышь» открыть информационное окно программы.

Убедиться в соответствии характеристик в информационном окне программы Recorder, представленном на Рисунок , характеристикам программного обеспечения, приведенным ниже:

- наименование – «MERA Recorder»;
- идентификационное наименование – scales.dll;
- номер версии – 1.0.0.8;
- цифровой идентификатор – 24CBC163.

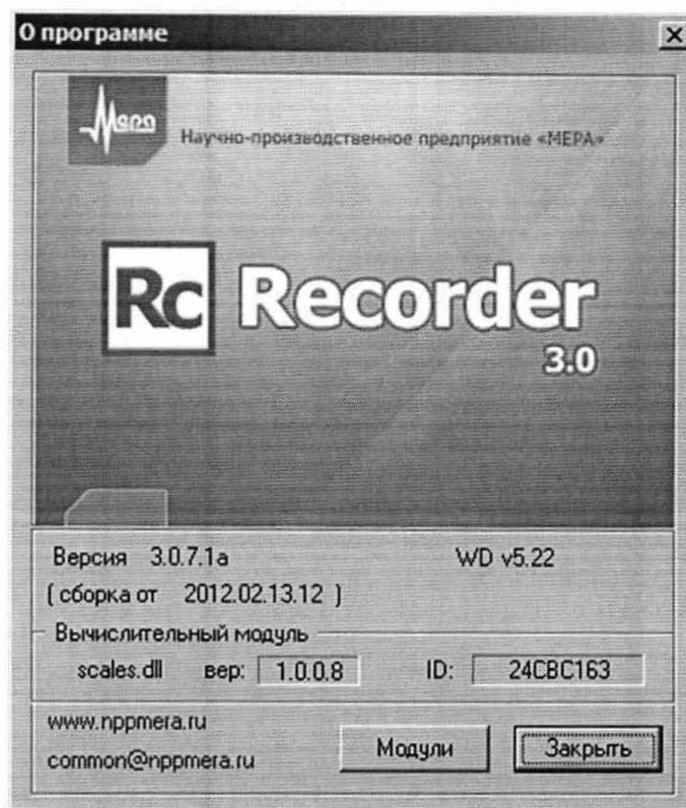


Рисунок 9 – Вид информационного окна программы «Recorder»

8.2.2 Для проверки работоспособности поверяемого ИК установить с помощью СП на входе в ИК значение измеряемого параметра равное по значению НП ДИ ИК в единицах измерений параметра.

Примечание – Вместо значения, равного НП ДИ ИК, допускается устанавливать значение, равное 1-ой КТ ДИ ИК.

ИК признается работоспособным, если отображается информация с действующими значениями измеряемых величин.

8.3 Определение метрологических характеристик ИК

8.3.1 Проверку проводить комплектным и (или) поэлементным способом.

8.4 Определение абсолютной погрешности измерений давления барометрического абсолютного

8.4.1 Поверку ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью проверки функционирования.

– Для контроля (оценки) ПП, проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту.

– Проверить свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение абсолютной погрешности ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допустимых пределах.

Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данным ПП или его описанием типа.

- Схема ИК абсолютного давления показана на Рисунке 10.

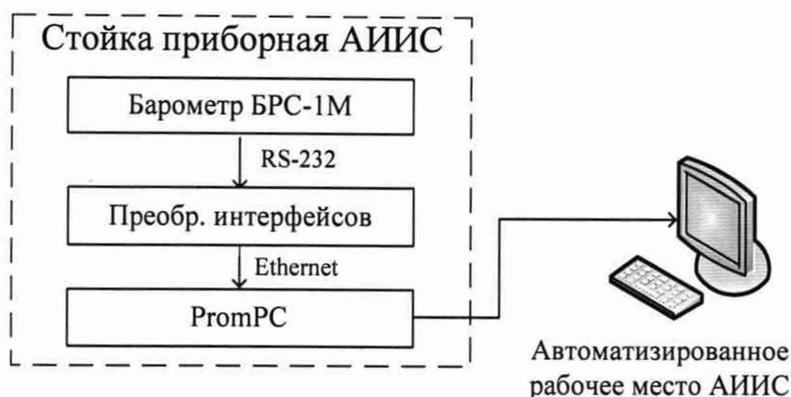


Рисунок 10 – Схема ИК абсолютного давления

- Проверку электрической части ИК абсолютного давления воздуха выполнить в следующей последовательности.

- Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для ИК абсолютного давления воздуха проверить канал на функционирование. Показания в программе «Recorder» должны совпадать с показаниями на индикаторе барометра БРС-1М. Завершить работу программы.

- Барометры БРС-1М на выходе выдают сигнал в цифровом виде, который обрабатывается средствами ВТ. Электрическая часть канала в поверке не нуждается. Абсолютная погрешность измерительного канала равна абсолютной погрешности первичного преобразователя.

8.4.2 Результаты поверки ИК абсолютного давления воздуха считать положительными если:

- ПП поверен, имеет действующее свидетельство о поверке, максимальная основная и дополнительная погрешности измерений для заданных условий эксплуатации, не превышает ± 67 Па;

- канал АИИС измерений абсолютного давления воздуха исправен, и его показания совпадают с показаниями на индикаторе барометра БРС-1М.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.5 Определение приведенной (к ВП или НЗ) погрешности измерений давления избыточного и перепада давлений жидких и газообразных сред

8.5.1 Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

- Для контроля (оценки) ПП отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку. ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, опломбирование выполнено согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП - согласно паспорту.

- Проверить свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допускаемых пределах.

Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данным ПП или данными из «Описания типа» ПП. Данное примечание распространяется на все ПП

– Проверку электрической части ИК измерений избыточного давления жидкостей и газов, перепада давления выполнить в следующей последовательности.

Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 11, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить калибратор Fluke 753. Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК избыточного давления и перепада давления жидких и газообразных сред установить значения в соответствии с Таблицей 3.

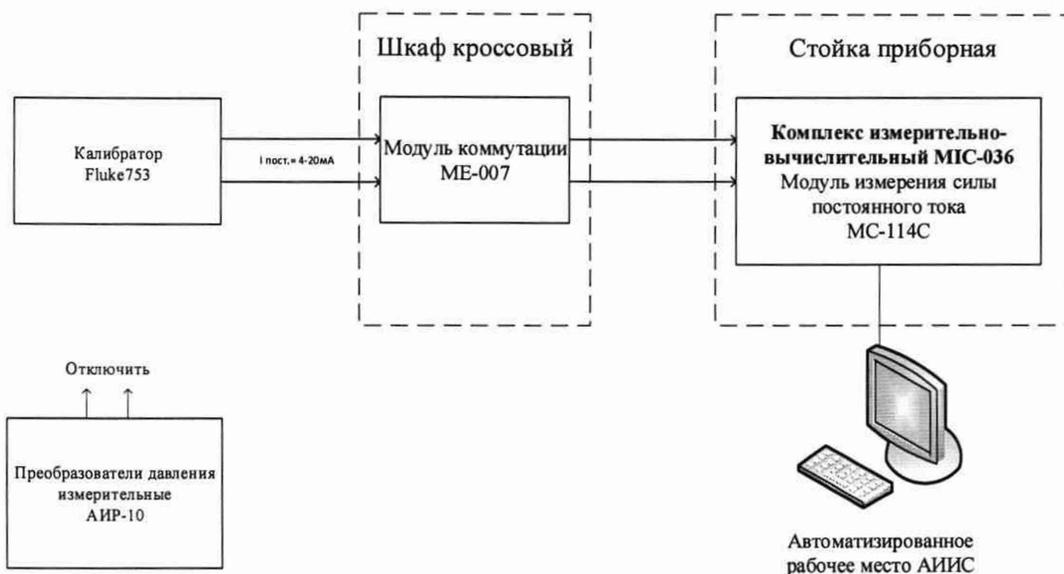


Рисунок 11 - Схема поверки ИК избыточного давления, перепада давления жидких и газообразных сред

Таблица 3 – Контрольные точки измерений давления, перепада давления

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения тока в КТ, мА
1	2	3	4	5	6
Перепад статических давлений (Параметры: $\Delta P_{отб}$, $\Delta P_{пер}$)	кПа	0	24,5	5	4; 8; 12; 16; 20
Перепад статических давлений (Параметр: $\Delta P_{вент}$)	кПа	0	34,3	5	4; 7,5; 11; 14,5; 18
Давление избыточное (Параметр: $P_{пзк}$)	кПа	0	98,1	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное (Параметры: $P_{вент}$, $P_{ред}$, $P_{в прив}$)	кПа	0	245,2	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное (Параметры: $P_{вент}^{вх}$, $P_{горло}^{вх}$, $P_{к}^{вх}$, $P_{пер}^{вх}$)	кПа	0	392,3	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное (Параметры: $P_{топл}^{вх}$ ($P_{тв}$), $P_{отб}^{вх}$, $P_{отб}^{вх}$)	кПа	0	392,3	5	4; 8; 12; 16; 20 (НЗ=14)

1	2	3	4	5	6
Давление избыточное (Параметр: P_{mn})	кПа	0	784,5	5	4; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Давление избыточное (Параметры: $P_{рез1} \dots P_{рез4}$)	кПа	0	980,7	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное (Параметры: $P_{стф}$)	кПа	0	980,7	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное (Параметры: P_m)	кПа	0	980,7	5	4; 8; 12; 16; 20 (НЗ=16,8)
Давление избыточное (Параметр: $P_{т осн}$)	кПа	0	1471,0	5	4; 7,75; 11,5; 15,25; 19
Давление избыточное (Параметр: $P_{т'пуск}$)	кПа	0	2451,7	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное (Параметр: $P_{тр}$)	кПа	0	3922,7	5	4; 8; 12; 16; 20

– Используя программу «Recorder», поочередно для всех ИК избыточного давления перепада давления и относительной влажности жидких и газообразных сред, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерений постоянного тока, мА, в соответствии с Таблицей 3.

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную к ВП или НЗ (для $P_{вх толл}(P_{тв}), P^*_{отб}, P^{mc}_{отб}, P_m$) погрешность измерений по формулам (1) и (4)

8.5.2 Результаты поверки ИК избыточного давления перепада давления жидких и газообразных сред считать положительными, если суммарное с ПП максимальное значение погрешности, определенное по формуле 5, находится в допустимых пределах:

$\pm 1,0$ % от ВП или НЗ для ИК: $P_{вх толл}(P_{тв}), P_m, P_{стф}, P_{т осн}, P_{т'пуск}, P_{тр}$;
 $\pm 0,5$ % от ВП для остальных ИК.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.6 Определение относительной и приведенной (к ВП) погрешности измерений температуры жидких и газообразных сред (с ПП терморезистивного типа)

8.6.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

– 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

– 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и погрешности измерений;

– 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.6.2 Для контроля (оценки) ПП отсоединить их от электрической части ИК.

– Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту (этикетке).

Для каждого ПП проверить наличие свидетельства о поверке.

– После контроля (оценки) состояния и МХ преобразователя температуры установить на штатное место, закрепить, подключить кабель соединения преобразователя с электрической частью ИК.

8.6.3 Поверку электрической части ИК температуры провести в следующей последовательности.

- Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 12, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор Fluke 753.

- Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения переменного тока установить значения в соответствии с Таблицей 4.

- Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 4 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения сопротивления в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора Fluke 753 в омах в соответствии с Таблицей 4.

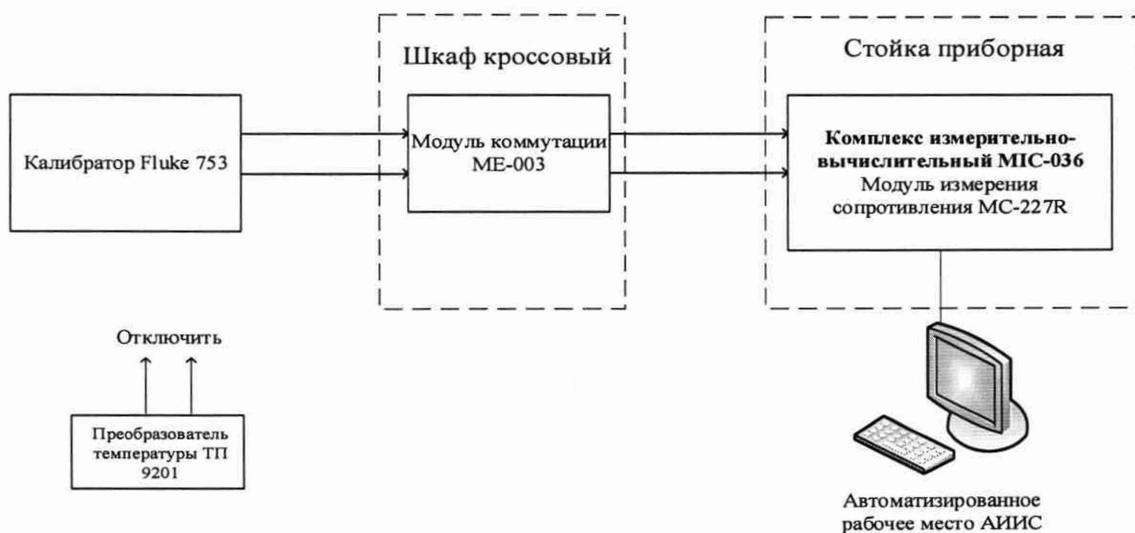


Рисунок 12 – Схема поверки ИК температуры с ПП терморезистивного типа

Таблица 4 – Контрольные точки измерений температуры с ПП терморезистивного типа

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения температуры в КТ, x_k	Номинальные значения сопротивления на выходе ПП в КТ (Ом)
Температура воздуха на входе в двигатель (Параметр: $t_{n1} \dots t_{n6}$)	К	213	343	6	213; 243; 273; 303; 333; 343	76,33; 88,22; 100; 111,67; 123,24; 127,08
Температура топлива на входе в двигатель (Параметр: $t^{ex. топл.}$)	°C	-40	+80	5	-40; -10; 20; 50; 80	84,27; 96,09; 107,79; 119,40; 130,90
Температура масла на входе в двигатель (Параметр: t_m)		-40	+150	5	-40; 0; 50; 100; 150	84,27; 100; 119,40; 138,51; 157,33
Температура масла на выходе из корпуса опор (Параметр: $t_m вых$)		0	175	6	0; 35; 70; 105; 140; 175	100; 113,61; 127,08; 140,40; 153,58; 166,63
Температура масла в маслобаке		-50	+200	6	-50; 0; 50; 100; 150;	80,31; 100; 119,40; 138,51;

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения температуры в КТ, x_k	Номинальные значения сопротивления на выходе ПП в КТ (Ом)
(Параметр: $t^*_{м}$)					200	157,33; 175,84

После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную относительную и приведенную в % к ВП ИК погрешность измерений, по формулам (1), (2) и (4).

Результаты поверки ИК температуры, считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений, суммарной с ПП, определенное по формуле 5 находится в допусковых пределах:

$\pm 0,5$ % от ИЗ для $tn1 \dots tnб$;

$\pm 1,5$ % от ВП для остальных ИК

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.7 Определение приведенной (к ВП или ИЗ) погрешности измерений температуры газообразных сред (с ПП термоэлектрического типа)

8.7.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

– 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

– 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и погрешности измерений;

– 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.7.2 Для контроля (оценки) ПП отсоединить их от электрической части ИК.

– Проверить внешний вид и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту (этикетке).

Для каждого ПП проверить наличие свидетельства о поверке.

– После контроля (оценки) состояния и МХ преобразователя температуры установить на штатное место, закрепить, подключить кабель соединения преобразователя с электрической частью ИК.

8.7.3 Поверку электрической части ИК температуры провести в следующей последовательности.

– Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 13, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор Fluke 753.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК температуры установить значения в соответствии с Таблицей 5.

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 5 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора Fluke 753 в милливольтках в соответствии с Таблицей 5.

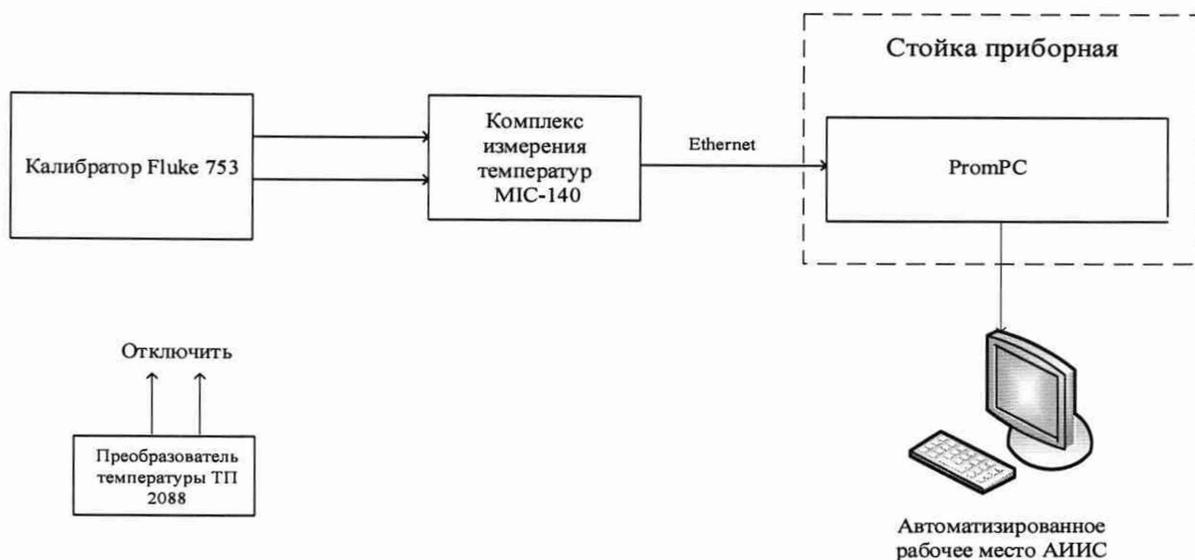


Рисунок 13 – Схема поверки ИК температуры с ПП термоэлектрического типа

Таблица 5 – Контрольные точки измерений температуры с ПП термоэлектрического типа

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения температуры в КТ, x_k	Номинальные значения напряжения на выходе ПП в КТ (мВ)
Температура отбираемого воздуха за заслонкой двигателя (Параметр: $t^{*отб}$)	°C	0	300	6	0; 60; 120; 180; 240; 300	0; 2,436; 4,920; 7,340; 9,747; 12,209 (НЗ=10,153)
Температура отбираемого воздуха перед мерным соплом (Параметр: $t^{*отб}$)		0	300	6	0; 60; 120; 180; 240; 300	0; 2,436; 4,920; 7,340; 9,747; 12,209 (НЗ=10,153)
Температура перепускаемого воздуха перед мерным соплом (Параметр: $t^{*пер}$)		0	300	6	0; 60; 120; 180; 240; 300	0; 2,436; 4,920; 7,340; 9,747; 12,209

После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную в % к ВП (для $t^{*пер}$) или НЗ (для $t^{*отб}$, $t^{*отб}$) ИК погрешность измерений, по формулам (1) и (4).

Результаты поверки ИК температуры, считать положительными, если максимальное значение, суммарной с ПП, погрешности измерений ИК, определенное по формуле 5, находится в допустимых пределах:

± 1.0 % от ВП для ИК $t^{*пер}$

± 1.0 % от НЗ для ИК $t^{*отб}$ и $t^{*отб}$

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.8 Определение относительной погрешности измерений расхода жидкостей массового и объемного

8.8.1 Поверку ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью проверки функционирования.

– Для контроля (оценки) ПП, проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту.

– Проверить свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности (относительно к ИЗ) ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допускаемых пределах.

Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данным ПП или его описанием типа.

- Схема ИК абсолютного давления показана на рисунке 14.

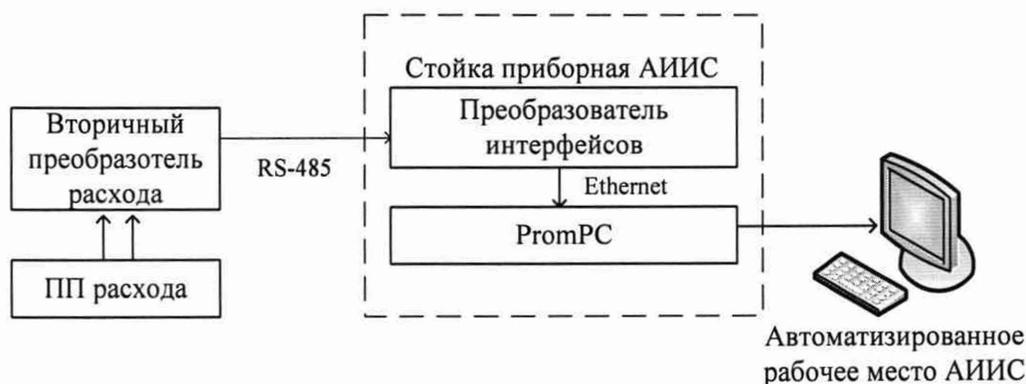


Рисунок 14 – Схема ИК расхода массового и объемного

– Поверку электрической части ИК расхода массового и объемного выполнить в следующей последовательности.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для ИК расхода массового проверить канал на функционирование. Показания в программе «Recorder» должны совпадать с показаниями на индикаторе вторичного преобразователя массового расходомера. Завершить работу программы.

– Вторичный преобразователь массового и объемного расходомера на выходе выдает сигнал в цифровом виде, который обрабатывается средствами ВТ. Электрическая часть канала в поверке не нуждается. Относительная погрешность измерительного канала равна относительной погрешности первичного преобразователя.

8.8.2 Результаты поверки ИК расхода массового и объемного считать положительными если:

– ПП поверен, имеет действующее свидетельство о поверке, максимальная основная и дополнительная относительная погрешности измерений для заданных условий эксплуатации, не превышает $\pm 0,5\%$ от ИЗ для ИК: $G_{\text{топл}}$, а для канала $G_{\text{топл}}$ $\pm 0,7\%$ от ИЗ.

– каналы АИИС измерений расхода массового и объемного исправны, и их показания совпадают с показаниями на индикаторе вторичного преобразователя массового и объемного расходомеров.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.9 Определение приведенной (к ВП или НЗ) погрешности измерений виброускорения

8.9.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и погрешности измерений;
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.9.2 Для контроля (оценки) ПП отсоединить их от электрической части ИК.

- Проверить внешний вид и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту (этикетке).

Для каждого ПП проверить наличие свидетельства о поверке.

Примечание – Действительные значения погрешности ПП должно находится в допускаемых пределах $\pm 8\%$.

- После контроля (оценки) состояния и МХ преобразователя виброускорения установить на штатное место, закрепить, подключить кабель соединения преобразователя с электрической частью ИК.

8.9.3 Поверку электрической части ИК виброускорения провести в следующей последовательности.

- Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 15, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор универсальный Н4-7.

- Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения переменного тока установить значения в соответствии с Таблицей 6.

- Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 6 ИК провести работы по сбору данных на каждой из частот диапазона для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения переменного тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора универсального Н4-7 в милливольтках в соответствии с Таблицей 6.

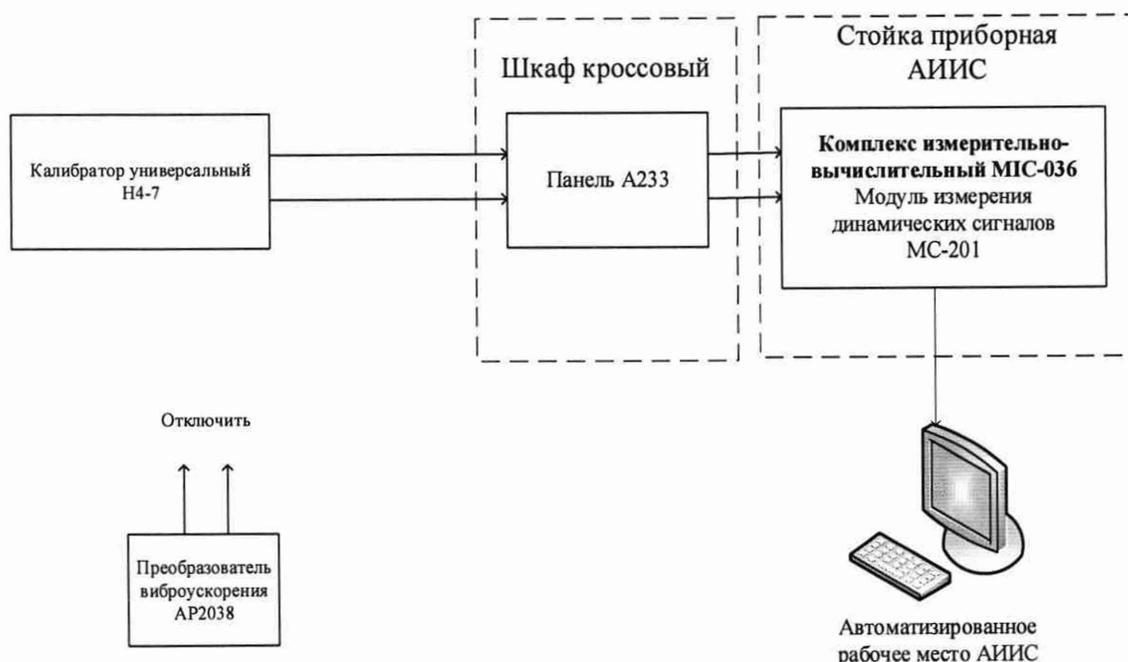


Рисунок 15 - Схема поверки ИК виброускорения

Таблица 6 – Контрольные точки измерений виброускорения

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения виброускорения в КТ, (м/с ²)	Номинальные значения напряжения в КТ, (В)
Виброускорение (Параметры: g3...g6)	g	0	20	5	0; 49; 98; 147; 196,2	0; 0,49; 0,98; 1,47; 1,962
Частота	Гц	653	713	5	653; 668; 683; 698; 713	
Виброускорение (Параметры: g1, g2)	g	0	20	5	0; 49; 98; 147; 196,2	0; 0,49; 0,98; 1,47; 1,962 (НЗ=0,98)
Частота	Гц	600	713	6	600; 623; 645; 668; 690; 713	

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» определить максимальную погрешность измерений γ , приведенную в % к ВП или НЗ (для g1, g2) ИК по формулам (1) и (4).

8.9.4 Результаты поверки ИК виброускорения считать положительными, если суммарная с ПП приведенная погрешность для каждого ИК, определенная по формуле 5, находится в допустимых пределах $\pm 12\%$.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.10 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений частоты переменного тока

8.10.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверку электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.10.2 Поверку электрической части ИК частоты переменного трехфазного тока провести в следующей последовательности.

– Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 16, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор Fluke 753.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для ИК частоты переменного тока установить значения в соответствии с таблицей 7.

– Используя программу «Recorder» провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора Fluke 753 в Гц в соответствии с таблицей 7.

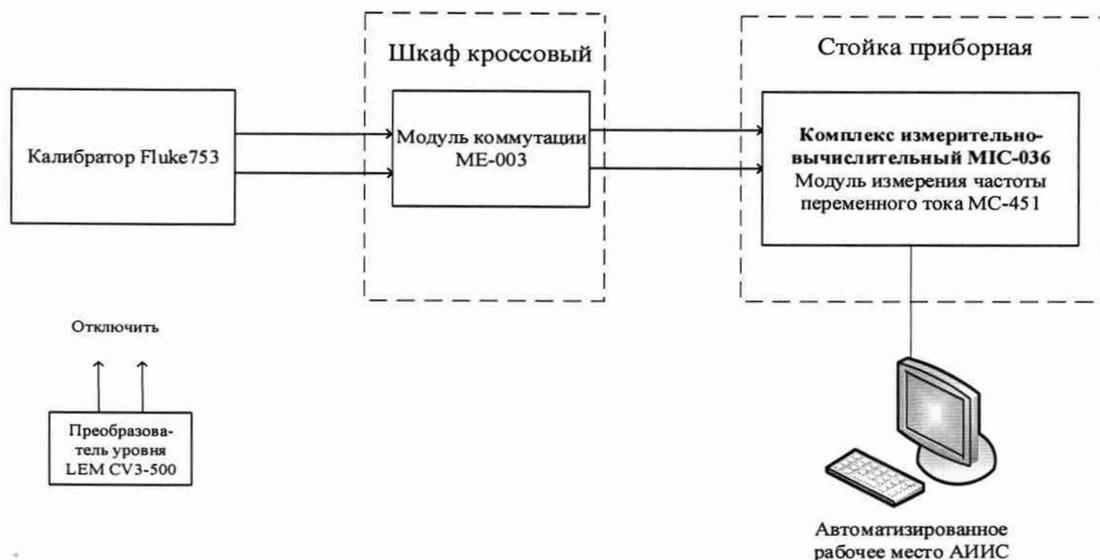


Рисунок 16 – Схема поверки ИК частоты переменного тока

Таблица 7 – Контрольные точки измерений частоты переменного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения частоты в КТ, x_k
Частота переменного тока (Параметр: f)	Гц	380	480	5	380; 405; 430; 455; 480

После завершения сбора данных для ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений γ , приведенную в % к ДИ ИК по формулам (1) и (3).

8.10.3 Результаты поверки ИК частоты переменного тока, считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений для ИК частоты находится в допусках $\pm 1,5\%$ от ДИ.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.11 Определение приведенной (к НЗ) погрешности измерений напряжения постоянного тока

8.11.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – поверку электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (погрешности измерений);
- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.
- Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 17, для чего на вход ИК, подключить источник постоянного напряжения и калибратор в режиме измерений напряжения постоянного тока.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения постоянного тока установить значения в соответствии с таблицей 8.

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 8 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с

помощью калибратора в вольтах в соответствии с таблицей 8. Места подключения указаны в Приложении В.

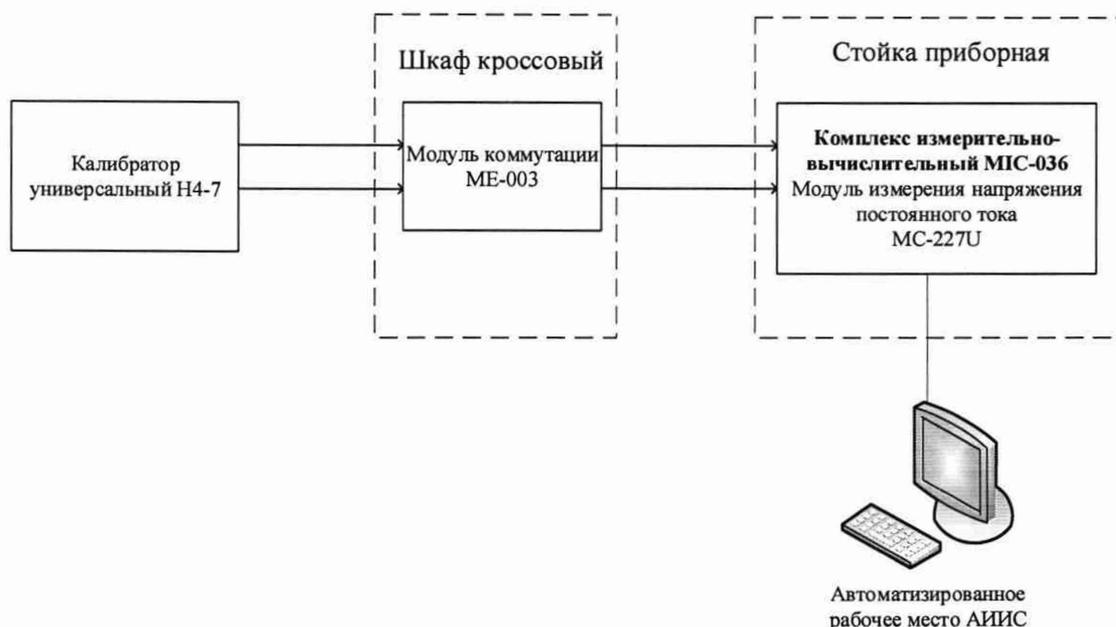


Рисунок 17 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока

Таблица 8 – Контрольные точки измерений напряжения постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения напряжения в КТ (В)
Напряжение постоянного тока на клеммах стартер-генератора (<i>Параметр: U_{сг}</i>)	В	0	36	5	0; 9; 18; 27; 36 (НЗ=30)

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений γ , приведенную в % к НЗ ИК по формулам (1) и (4).

8.11.2 Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений для ИК находится в допускаемых пределах $\pm 1,5\%$ от НЗ.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.12 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения переменного тока

8.12.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и погрешности измерений;
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.12.2 Для контроля (оценки) ПП отсоединить их от электрической части ИК.

- Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПП согласно

паспорту (этикетке).

Для каждого ПП проверить наличие свидетельства о поверке.

– После контроля (оценки) состояния и МХ преобразователя напряжения установить на штатное место, закрепить, подключить кабель соединения преобразователя с электрической частью ИК.

– Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 18 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, для чего на вход ИК, подключить калибратор в режиме воспроизведения напряжения переменного тока.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения переменного тока установить значения в соответствии с таблицей 9.

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 9 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в соответствии с таблицей 9, установив частоту переменного тока 430 Гц.

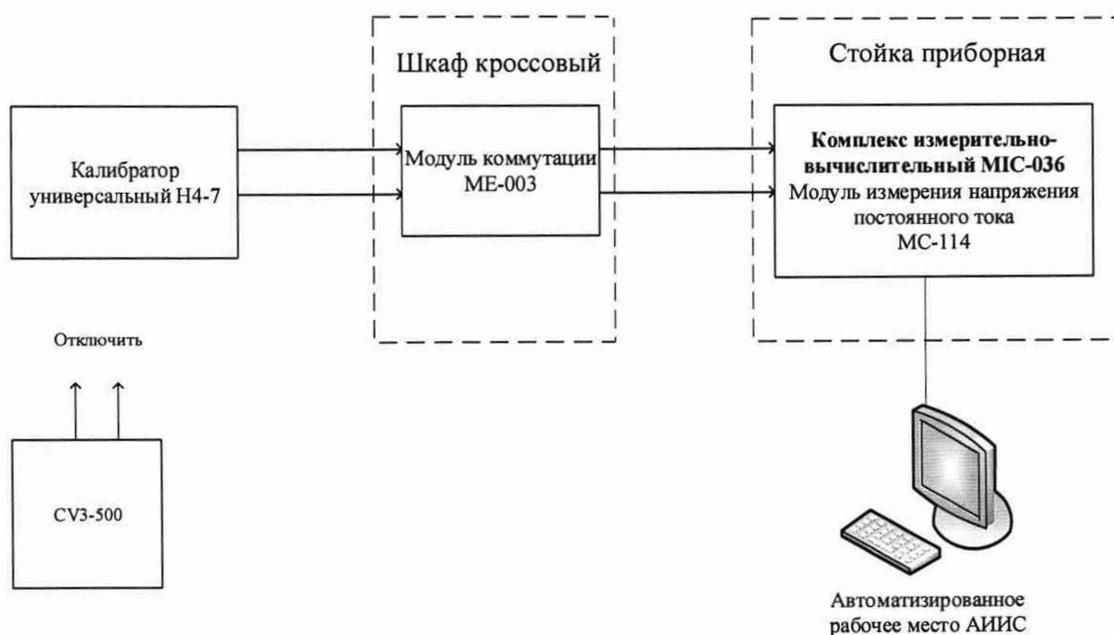


Рисунок 18 – Схема поверки ИК напряжения переменного тока

Таблица 9 – Контрольные точки измерений напряжения переменного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения напряжения в КТ (В)
Фазовое напряжение генератора переменного тока (Параметр: $U_{гт1} \dots U_{гт3}$)	В	0	250	6	0; 1; 2; 3; 4; 5

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений γ , приведенную в % к ВП ИК по формулам (1) и (4).

8.12.3 Результаты поверки ИК напряжения переменного тока, считать положительным, если максимальное значение, суммарное с ПП, погрешности измерений для ИК, определенное по формуле 5, находится в допустимых пределах $\pm 2,5\%$ от ВП.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.13 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока

8.13.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и погрешности измерений;
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.13.2 Для контроля (оценки) ПП отсоединить их от электрической части ИК.

- Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту (этикетке).

Для каждого ПП проверить наличие свидетельства о поверке.

- После контроля (оценки) состояния и МХ преобразователя тока установить на штатное место, закрепить, подключить кабель соединения преобразователя с электрической частью ИК.

- Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 19, для чего на вход ИК, подключить калибратор в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока.

- Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения постоянного тока установить значения в соответствии с таблицей 10.

- Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 10 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора величину напряжения в вольтах в соответствии с таблицей 10.

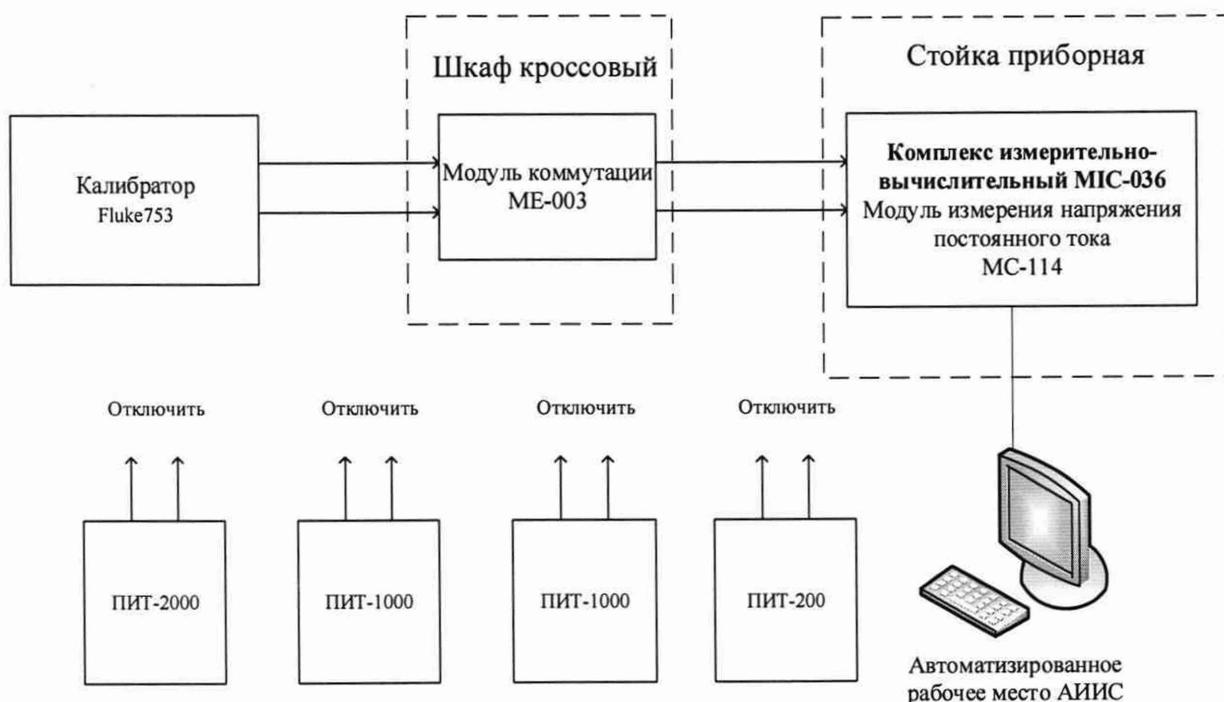


Рисунок 19 – Схема поверки ИК силы постоянного тока

Таблица 10 – Контрольные точки измерений силы постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения силы тока в КТ (А)	Номинальные значения напряжения в КТ (В)
Сила постоянного тока в цепях якоря стартер-генератора в генераторном режиме (Параметр: $J_{гс2}$)	А	0	200	5	0; 50; 100; 150; 200	0; 1,25; 2,5; 3,75; 5
Сила постоянного тока в цепях якоря стартер-генератора в генераторном режиме (Параметр: $I_{гс2}$)		0	800	5	0; 200; 400; 600; 800	0; 1; 2; 3; 4
Сила постоянного тока в цепях якоря стартер-генератора в стартерном режиме (Параметр: $J_{гс1}$)		0	1000	5	0; 250; 500; 750; 1000	0; 1,25; 2,5; 3,75; 5
Сила постоянного тока в цепях якоря стартер-генератора в стартерном режиме (Параметр: $I_{гс1}$)		0	2000	5	0; 500; 1000; 1500; 2000	0; 1,25; 2,5; 3,75; 5

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений γ , приведенную в % к ВП ИК по формулам (1) и (4).

8.13.3 Результаты поверки ИК силы постоянного тока, считать положительными, если максимальное значение суммарной с ПП погрешности измерений для ИК, определенное по формуле 5, находится в допусках $\pm 1,5\%$ от ВП.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.14 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы переменного тока

8.14.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и погрешности измерений;
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.14.2 Для контроля (оценки) ПП отсоединить их от электрической части ИК.

– Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту (этикетке).

Для каждого ПП проверить наличие свидетельства о поверке.

– После контроля (оценки) состояния и МХ преобразователя напряжения установить на штатное место, закрепить, подключить кабель соединения преобразователя с электрической частью ИК.

– Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 20, для чего на вход ИК, подключить калибратор в режиме воспроизведения напряжения переменного тока.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК силы переменного тока установить значения в соответствии с таблицей 11.

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 11 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора величину напряжения в вольтах в соответствии с таблицей 11, установив частоту переменного тока 430 Гц.

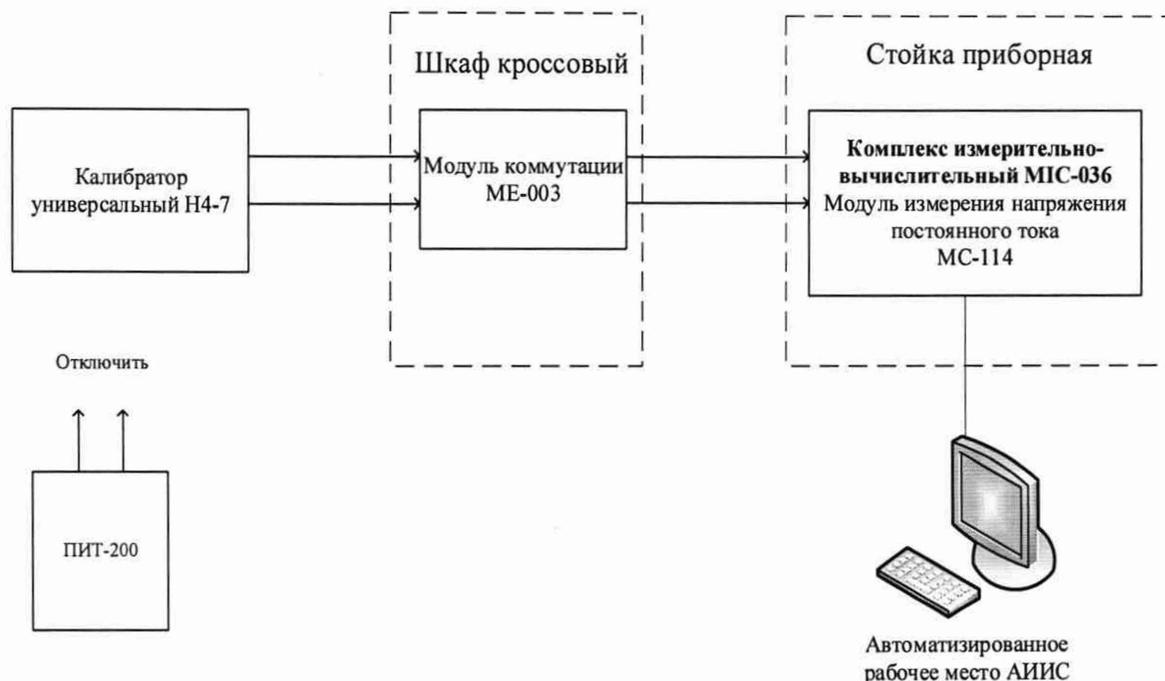


Рисунок 20 – Схема поверки ИК силы переменного тока

Таблица 11 – Контрольные точки измерений силы переменного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения силы тока в КТ (А)	Номинальные значения напряжения в КТ (В)
Фазовый ток генератора переменного тока (Параметр: $I_{г1} \dots I_{г3}$)	А	0	150	6	0; 30; 60; 90; 120; 150	0; 0,75; 1,5; 2,25; 3; 3,75

– После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений γ , приведенную в % к ВП ИК по формулам (1) и (4).

8.14.3 Результаты поверки ИК силы переменного тока, считать положительными, если максимальное значение суммарной с ПП погрешности измерений для ИК, определенное по формуле 5, находится в допустимых пределах $\pm 2,5\%$ от ВП.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.15 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К)

8.15.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – поверку ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.15.2 Поверку ИК выполнить в следующей последовательности.

- Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 21, для чего на вход электрической части ИК вместо ПП подключить калибратор Fluke 753 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 100 мВ. Места подключений указаны в таблице В1, Приложения В.

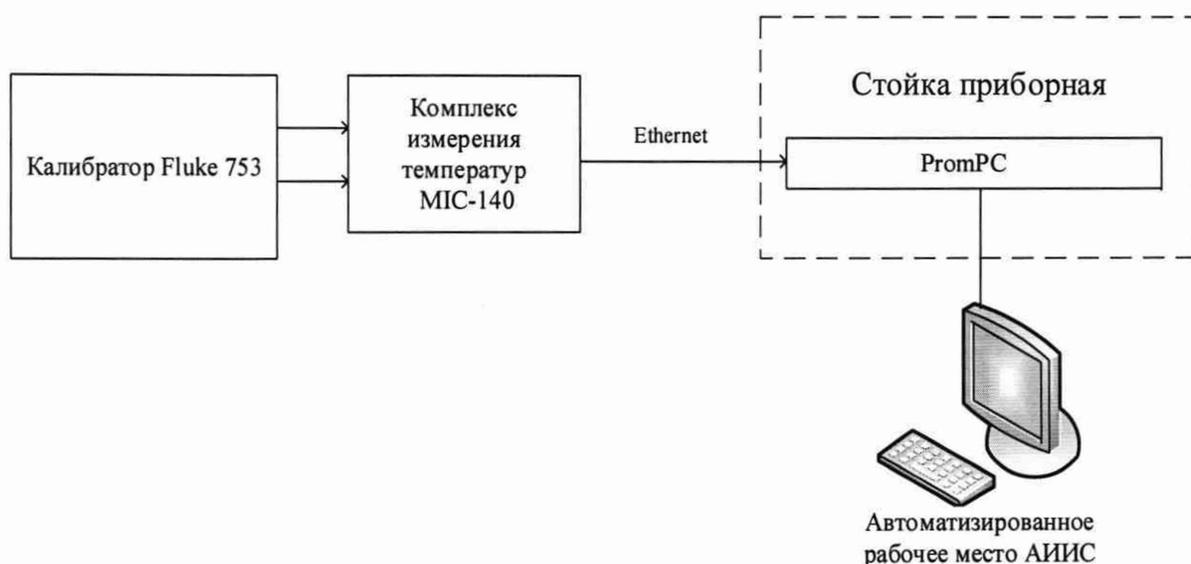


Рисунок 21 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока

- Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для каждого ИК температуры газообразных сред с первичными преобразователями термоэлектрического типа установить значения в соответствии с Таблицей 12.

- Используя программу «Recorder» поочередно для ИК, указанных в Таблице 12, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ДИ ИК установить с помощью калибратора напряжения постоянного тока (мВ).

Таблица 12 – Контрольные точки измерений напряжения постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения напряжения в КТ, x_k
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре газов перед турбиной в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К) от 0 до 1300 °С (Параметры: $t^*_{z1} \dots t^*_{z30}$)	мВ	0	52,410	5	0; 12,209; 24,905; 37,326; 52,410
Напряжение постоянного тока, соот-	мВ	0	33,275	5	0; 8,138; 16,397;

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размер- ность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения напря- жения в КТ, x_k
ветствующее температуре газов за тур- биной в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К) от 0 до 800 °С (Параметр: $t*m_1, t*m_2$)					24,905; 33,275

Продолжение таблицы 12

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размер- ность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения напря- жения в КТ, x_k
Напряжение постоянного тока, соот- ветствующее температуре газов за тур- биной в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К) от 0 до 1100 °С (Параметр: $t*m$)		0	45,119	6	0; 8,940; 18,091; 27,447; 36,524; 45,119
Напряжение постоянного тока, соот- ветствующее температуре в диапазоне преобразований ПП термоэлектриче- ского типа ХА (К) от 0 до 1000 °С (Параметр: $през_1...през_5$)		0	41,276	5	0; 10,153; 20,644; 31,213; 41,276

– После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в авто-
матическом или расчетном режиме для каждого ИК определить максимальную погреш-
ность измерений γ , приведенную в % к ВП по формулам (1) и (4).

8.15.3 Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствую-
щего значениям температуры считать положительными, если максимальное значение
погрешности измерений находится в пределах $\pm 0,2$ % от ВП.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.16 Определение приведенной (к НЗ) погрешности измерений частоты пе- ременного тока, соответствующей значениям частоты вращения ротора

8.16.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – поверку ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (ин-
дивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.16.2 Поверку электрической части ИК частоты переменного тока провести
в следующей последовательности.

– Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 22, для чего на вход элек-
трической части ИК, подключить калибратор Fluke 753.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запу-
стить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения переменного тока установить зна-
чения в соответствии с Таблицей 13.

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице
13 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности из-
мерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с по-

мощью калибратора Fluke 753 в Гц в соответствии с Таблицей 13. Напряжение переменного тока установить 0,5 В. Места подключений указаны в таблице В1, Приложения В.

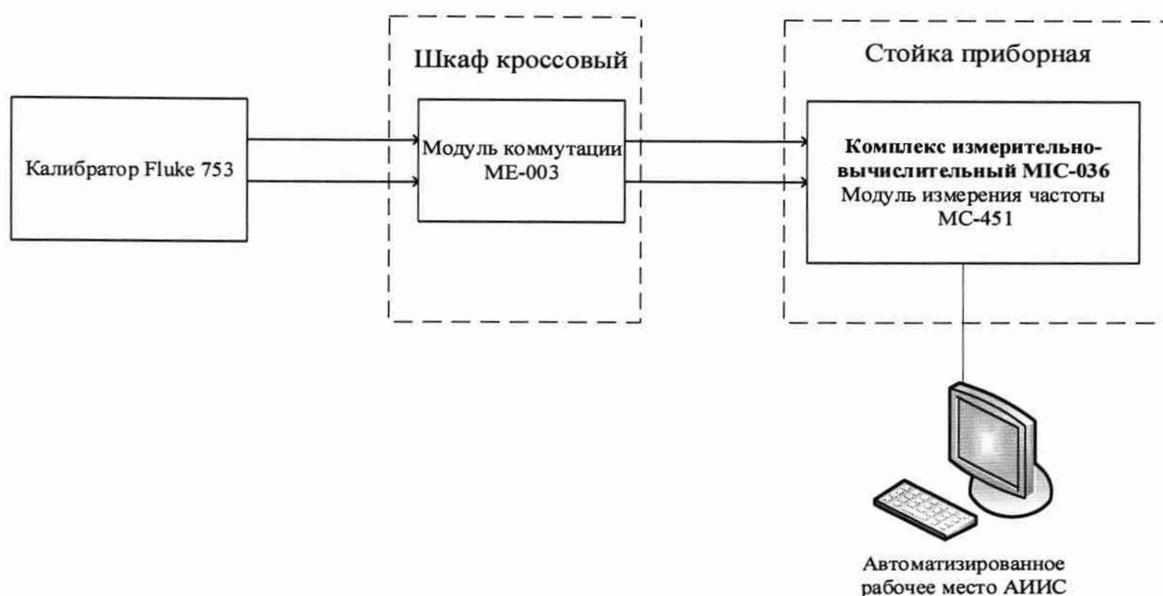


Рисунок 22 – Схема поверки ИК частоты

Таблица 13 – Контрольные точки ИК частоты

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения частоты на входе ИК в КТ (Гц)
Частота переменного тока, соответствующая частоте вращения ротора ГВ в диапазоне от 3979 до 43775 об/мин (Параметр: $n1$)	Гц	8,33	91,67	5	8,33; 29,17; 50; 70,84; 91,67 (НЗ=83,33)
Частота переменного тока, соответствующая частоте вращения ротора ГВ в диапазоне от 3850 до 46200 об/мин (для АИ-9), и от 3675 до 44100 об/мин (для АИ-9В) (Параметр: $n2$)	Гц	49,58	595,00	5	49,58; 185,94; 322,29; 458,65; 595,00 (НЗ=495,83)

После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную в % к НЗ ИК погрешность измерений, по формулам (1) и (4).

Результаты поверки ИК частоты, считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений ИК находится в допусках пределах, $\pm 0,15$ % от НЗ. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.17 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям давления

8.17.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверку электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (погрешности измерений);

- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.
- 8.17.2 Поверку электрической части ИК силы постоянного тока провести в следующей последовательности.
 - Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 23, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор Fluke 753.
 - Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для ИК силы постоянного тока установить значения в соответствии с таблицей 14.
 - Используя программу «Recorder» провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения силы тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора Fluke 753 в мА в соответствии с таблицей 14. Места подключений указаны в таблице В1, Приложения В.

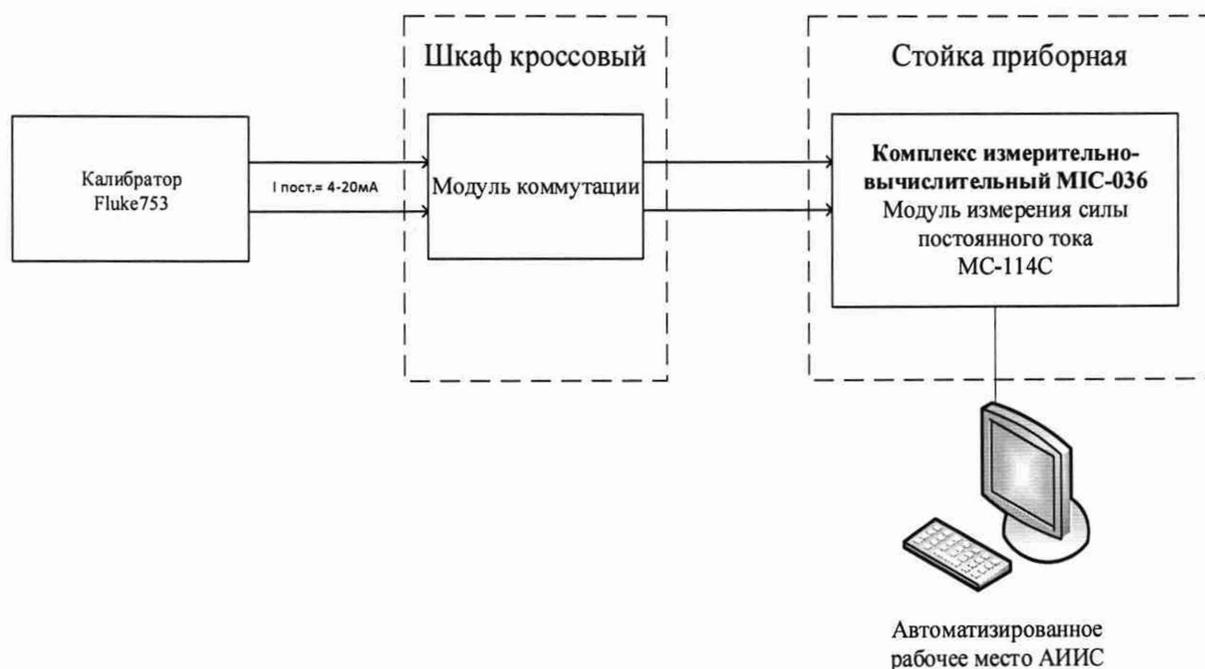


Рисунок 23 – Схема поверки ИК силы постоянного тока

Таблица 14 – Контрольные точки измерений силы постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения силы тока в КТ, x_k
Сила постоянного тока (Параметр: $I_{рез1} \dots I_{рез5}$)	мА	4	20	5	4; 8; 12; 16; 20

После завершения сбора данных для ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений γ , приведенную в % к ВП ИК по формулам (1) и (4).

8.17.3 Результаты поверки ИК силы постоянного тока, считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений для ИК находится в допустимых пределах $\pm 0,1$ % от ВП.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

8.18 Определение приведенной (к НЗ) погрешности измерений частоты вращения, соответствующей значениям частоты вращения ротора

8.18.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
 - 2 этап – поверку электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
 - 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.
- Для контроля (оценки) ПП отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП согласно паспорту.

– Проверить свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности (относительно к ИЗ) ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допускаемых пределах.

Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данным ПП.

8.18.2 Поверка ПП частоты вращения DSD 2210/01 SHV осуществляется в соответствии с документом МП 253-1043-2018 «ГСИ. Датчики частоты вращения DSD 2210/01 SHV. Методика поверки».

8.18.3 Поверку электрической части ИК частоты вращения провести в следующей последовательности.

– Собрать схему поверки в соответствии с Рисунком 24, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор Fluke 753.

– Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения переменного тока установить значения в соответствии с Таблицей 13.

– Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в Таблице 13 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора Fluke 753 в Гц в соответствии с Таблицей 13. Места подключений указаны в таблице В1, Приложения В.

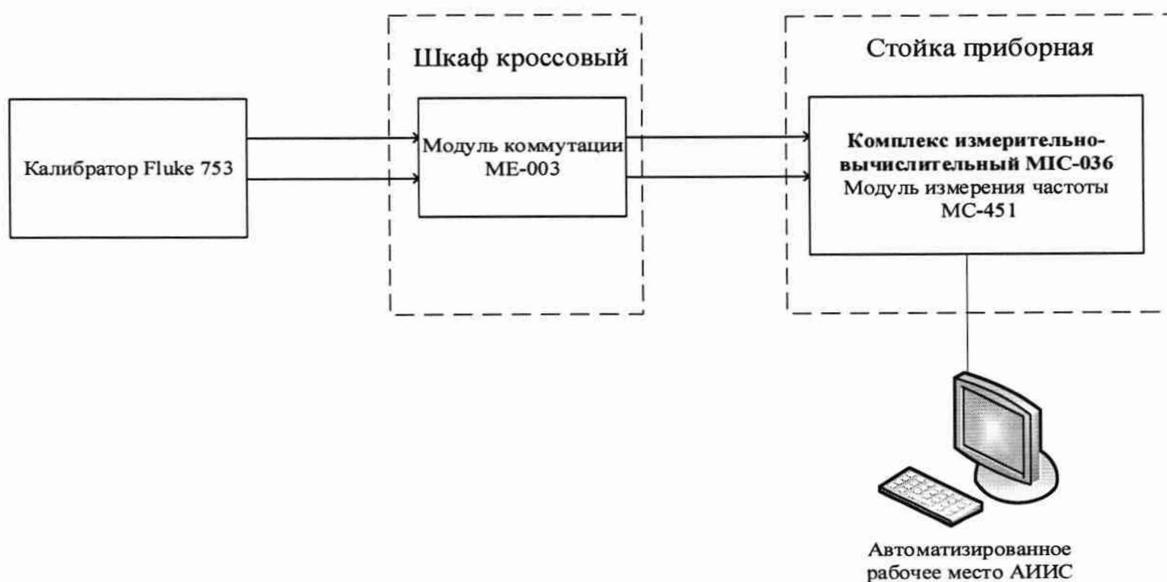


Рисунок 24 – Схема поверки ИК частоты вращения

Таблица 15 – Контрольные точки ИК частоты

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения частоты на входе ИК в КТ (Гц)
Частота вращения, соответствующая частоте вращения ротора ГВ в диапазоне (10-120%) - от 3850 до 46200 об/мин (для АИ-9), - от 3675 до 44100 об/мин (для АИ-9В) (Параметр: n2)	Гц	49,58	595,00	5	49,58; 185,94; 322,29; 458,65; 595,00 (НЗ=495,83)

После завершения сбора данных для ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную в % к НЗ ИК погрешность измерений, по формулам (1) и (4).

Результаты поверки ИК частоты вращения, соответствующей частоте вращения ротора, считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП НЗ погрешности измерений частоты вращения для ИК n2, суммарное с ПП, определенное по формуле (5) находится в допусках пределах $\pm 0,15\%$.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Расчет характеристик погрешности

Значение абсолютной погрешности измерений в j -той точке определить по формуле:

$$\Delta A_j = A_j - A_{\text{э}}, \quad (1)$$

где $A_{\text{э}}$ - значение физической величины, установленное рабочим эталоном.

9.2 Определение относительной погрешности

Значение относительной погрешности измерений в j -той точке определить по формуле:

$$\delta_j = \pm \frac{\Delta A_j}{|A_j|} \cdot 100 \% \quad (2)$$

9.3 Расчет значения приведенной (к ДИ) погрешности

Значения приведенной (к ДИ) погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\gamma_{\text{дл}} = \frac{\Delta A_j}{|P_j - P_i|} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где: P_j - значение верхнего предела измерений (нормированное значение);

P_i - значение нижнего предела измерений.

9.4 Расчет значений приведенной (к ВП, НЗ) погрешности

Значения приведенной к верхнему пределу или нормированному значению погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\gamma_{\text{вб}} = \frac{\Delta A_j}{|P_j|} \cdot 100 \% \quad (4)$$

9.5 Расчет значения максимальной суммарной с ПП погрешности ИК

Значение максимальной, суммарной с ПП, (абсолютной, относительной или приведенной) погрешности ИК, определить по формуле:

$$\theta_c = \pm (|\theta_{\text{пп}}| + |\widehat{\theta A}|) \quad (5)$$

где: $\theta_{\text{пп}}$ - значение погрешности (абсолютной, относительной или приведенной) первичного преобразователя, взятое из протокола определения действительных метрологических характеристик, прилагаемого к свидетельству о поверке, а при его отсутствии, из паспорта первичного преобразователя или описания типа;

$\widehat{\theta A}$ - максимальное значение погрешности (абсолютной, относительной или приведенной) измерений электрической части ИК

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки заносятся в протокол поверки (Приложение А или Б).

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, на верхний левый угол дверцы стойки приборной наносится знак поверки в виде наклейки.

Примечание – в свидетельстве о поверке указывать, что оно действительно при наличии действующих свидетельств о поверке на ПП, входящих в ИК, поверяемых поэлементным способом.

При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник отдела 201 ФГУП «ВНИИМС»



И.М. Каширкина

Ведущий инженер отдела 201 ФГУП «ВНИИМС»



С.Н. Чурилов

Приложение А
(справочное)

Форма протокола поверки при расчетном способе поверки

ПРОТОКОЛ

Результаты замеров поверяемых каналов АИИС стенда НО1205

Дата: _____, время _____

Диапазон поверки: _____

Обозначение канала: _____

Количество циклов: ____.

Обратный ход: ____

Наименование эталона: _____ зав. № _____

Температура окружающей среды: ____°С, влажность: ____%

Таблица А1 – (наименование измеряемого параметра)

Наименование параметра	Значение параметра					
	Номинальные значения параметра					
Измеренные значения параметра						

Максимальное значение, (абсолютной, относительной, приведенной) погрешности канала: _____

Максимально допустимое значение погрешности канала: _____

Вывод: _____

Испытание провел(а) Ф И.О. _____

Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки при автоматическом способе поверки

Протокол

поверки измерительного (ых) канала (ов) Системы

Дата: _____, время _____:
 Диапазон поверки: _____
 Количество циклов: ____
 Количество порций: ____
 Размер порции: ____
 Обратный ход: _____
 Наименование эталона _____
 Температура окружающей среды: ____, влажность: ____ измерено: _____
 Версия ПО "Recorder": _____
 ПО "Калибровка" версия: _____

Список контрольных точек.

Точка №	1	2	3	4	5
Значение					
Точка №	6	7	8	n
Значение					

Каналы:

	Канал	Описание	Част. дискр., Гц
	Канал №1		
	Канал №2		

Сводная таблица.

	Эталон,	Измерено модулем

D_m - оценка погрешности (максимум), D_r - относительная погрешность.

Канал №1

	Эталон	Измерено	D_m	D_r %

Погрешность (максимальная) на всем диапазоне: ____
 Приведенная погрешность: ____%.

Во время проверки использовалась следующая калибровочная (аппаратная) функция: Таблица линейной интерполяции.

(x)				

Интерполяция за границами: есть.

Канал №2

	Эталон	Измерено	Dm	Dr %

Погрешность (максимальная) на всем диапазоне:
Приведенная погрешность: %.

Во время проверки использовалась следующая калибровочная (аппаратная) функция: Таблица линейной интерполяции.

(x)				

Интерполяция за границами: есть.

Сводная таблица погрешностей

De - приведенная погрешность, Dr - относительная погрешность.

	Канал	De, %	Dr, %
	Максимум		

Допусковый контроль

Допустимое значение приведенной погрешности: %.

	Канал	SN	Результат

Поверку провел (а) _____

Приложение В
(справочное)
**Места подключения эталонов при проверке отдельных
измерительных каналов**

Таблица В1 – Места подключения эталонов

№	Наименование канала	Обозначение канала	Название прибора, шкафа	Название разъема	№ контактов
1.	Частота переменного тока, соответствующая частоте вращения ротора ГВ	$n1$	Шкаф кроссовый	ХТ-163	+2В, -2Н
2.	Частота вращения, соответствующая значениям частоты вращения ротора	$n2$			+3В (+IN), -3Н (-IN)
3.	Температура, измеряемая ПИП термоэлектрического типа ХА(К)	$t^{*omб}$	MIC-140	-	+IN33, -IN33
4.		$t^{*mc omб}$			+IN34, -IN34
5.		$t^{*mc пер}$			+IN36, -IN36
6.	$t^{*m (t^{*m1})}$	+IN31, -IN31			
7.	t^{*m2}	+IN32, -IN32			
8.	t^{*z1}	+IN1, -IN1			
9.	t^{*z2}	+IN2, -IN2			
10.	t^{*z3}	+IN3, -IN3			
11.	t^{*z4}	+IN4, -IN4			
12.	t^{*z5}	+IN5, -IN5			
13.	t^{*z6}	+IN6, -IN6			
14.	t^{*z7}	+IN7, -IN7			
15.	Напряжение постоянного тока, соответствующее значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований ПИП термоэлектрического типа ХА(К),	t^{*z8}			+IN8, -IN8
16.		t^{*z9}			+IN9, -IN9
17.		t^{*z10}			+IN10, -IN10
18.		t^{*z11}			+IN11, -IN11
19.		t^{*z12}			+IN12, -IN12
20.		t^{*z13}			+IN13, -IN13
21.		t^{*z14}			+IN14, -IN14
22.		t^{*z15}			+IN15, -IN15
23.		t^{*z16}			+IN16, -IN16
24.		t^{*z17}	+IN17, -IN17		
25.		t^{*z18}	+IN18, -IN18		
26.		t^{*z19}	+IN19, -IN19		
27.		t^{*z20}	+IN20, -IN20		
28.	t^{*z21}	+IN21, -IN21			

29.		t^*z22			+IN22, -IN22
30.		t^*z23			+IN23, -IN23
31.		t^*z24			+IN24, -IN24

Продолжение Таблицы В1

№	Наименование канала	Обозначение канала	Название прибора, шкафа	Название разъема	№ контактов
32.		t^*z25			+IN25, -IN25
33.		t^*z26			+IN26, -IN26
34.		t^*z27			+IN27, -IN27
35.		t^*z28			+IN28, -IN28
36.		t^*z29			+IN29, -IN29
37.		t^*z30			+IN30, -IN30
38.		$t_{рез1}$			+IN37, -IN37
39.		$t_{рез2}$			+IN38, -IN38
40.		$t_{рез3}$			+IN39, -IN39
41.		$t_{рез4}$			+IN40, -IN40
42.		$t_{рез5}$			+IN41, -IN41
43.	Напряжение постоянного тока на клеммах стартер-генератора	$U_{гс}$		ХТ157	+1, -17
44.	Частота переменного тока	f		ХТ163	+6В, -6Н
45.		$I_{рез1}$	Шкаф кроссовый	ХТ153	+17, -1
46.		$I_{рез2}$			+18, -2
47.	Сила постоянного тока, соответствующая величина давления	$I_{рез3}$			+19, -3
48.		$I_{рез4}$			+20, -4
49.		$I_{рез5}$			+21, -5