

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



К.В. Гоголинский

апрель 2017 г

## ИНСТРУКЦИЯ

### СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АСИД 06/01 НК25/32

Методика поверки

БЛИЖ.401201.011.959 МП

2017 г.

## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

АИИС	–	система автоматизированная информационно-измерительная
ВП	–	верхний предел диапазона измерений или нормированного значения измеряемого параметра
ГТД	–	газотурбинный двигатель
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 допустимой погрешности измерений
ИЗ	–	измеренное значение физической величины параметра или его носителя
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
НЗ	–	нормированное значение измеряемого параметра
НП	–	нижний предел диапазона измерений
НФП	–	номинальная функция преобразования (градуировочная характеристика)
ОС	–	операционная система
ПК	–	персональный компьютер
ПО	–	программное обеспечение
ПП	–	первичный преобразователь (датчик)
СИ	–	средства измерений
СИС	–	силоизмерительная система стенда
СП	–	средства поверки (эталон) СИ или средства проверки технических характеристик СИ
СТО	–	стендовое технологическое оборудование
ТП	–	термопара
ТПР	–	турбинный преобразователь расхода
ТС	–	термометр сопротивления
УГН	–	устройство гидравлическое нагрузочное

## 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 АСИД 06\01 НК25/32 (далее по тексту – система, АИИС), предназначенной для измерений параметров технологических процессов стендовых испытаний двигателей (ГТД) НК-25, НК-32 и их модификаций на стенде № 1 в цехе № 6 ПАО «КУЗНЕЦОВ».

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 13 типов ИК, предназначенных для измерений в различных диапазонах следующих физических величин:

- частоты периодического сигнала, соответствующая частоте вращения валов;
- расхода топлива (керосина), расхода (прокачки) рабочей жидкости и расхода (прокачки) масла;
- избыточного давления (разрежения) жидких и газообразных сред;
- напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) и ХА(К);
- температуры жидких и газообразных сред с ПП терморезистивного типа (термометров сопротивления);
- напряжения постоянного тока соответствующего значениям виброскорости узлов и агрегатов;
- угловых положений рычага управления двигателем (РУД) и створок реактивного сопла с ПП сельсинного типа;
- силы от тяги;
- напряжения, силы и частоты переменного трехфазного тока;
- напряжения постоянного тока;
- силы постоянного тока;
- силы постоянного тока датчиков ДПИ;
- температуры и влажности атмосферного воздуха.

Все ИК относятся к каналам прямых измерений параметров (физических величин).

По результатам измерений ИК объемного расхода (прокачки) масла дополнительно выполняются косвенные измерения массовых значений указанных параметров.

Структура АИИС приведена на схеме БЛИЖ.401201.011.959 Э6, а характеристики ИК указаны в таблицах приложения В настоящей МП.

Интервал между поверками - 1 год.

## 1 СПОСОБЫ ПОВЕРКИ И НОРМИРОВАНИЕ МХ

Способы поверки

**Настоящая МП устанавливает комплектный и поэлементный способы поверки ИК.**

Нормирование МХ

1.1.1 Номенклатура МХ ИК, определяемых по данной МП, установлена в соответствии с ГОСТ 8.009-84

1.1.2 Оценка и форма представления погрешностей – по МИ 1317-2004.

1.1.3 Методы определения МХ ИК при поверке комплектным способом - для ИК по ГОСТ 8.207-76 и ОСТ 1 00487-83.

Нормирование поверки:

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

- количество циклов измерений для каждого ИК не менее 3.



## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

### Перечень операций поверки

2.1.1 Перечень операций, которые должны проводиться при поверке АИИС, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Опробование	8.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик ИК:		+	+
3.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты периодического сигнала;	8.4	+	+
3.2 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений расхода топлива (керосина), расхода рабочей жидкости и расхода (прокачки) масла;	8.5	+	+
3.3 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений избыточного давления (разрежения) жидких и газообразных сред;	8.6	+	+
3.4 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) и ХА(K);	8.7	+	+
3.5 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений температуры жидких и газообразных сред с первичными преобразователями терморезистивного типа (термометрами сопротивления);	8.8	+	+
3.6 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего виброскорости корпуса, узлов и агрегатов ГТД;	8.9	+	+
3.7 Определение абсолютной погрешности измерений угловых положений РУД и и створок реактивного сопла с ПП сельсинного типа;	8.10	+	+
3.8 Определение погрешности измерений силы от тяги;	8.11	+	+

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
3.9 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений напряжения, переменного трехфазного тока;	8.12	+	+
3.10 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений частоты переменного трехфазного тока;	8.13	+	+
3.11 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений силы переменного трехфазного тока;	8.14	+	+
3.12 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений напряжения постоянного тока;	8.15	+	+
3.13 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений силы постоянного тока;	8.16	+	+
3.14 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений силы постоянного тока датчиков ДПИ;	8.17	+	+
3.15 Определение абсолютной погрешности измерений температуры и влажности атмосферного воздуха;	8.18	+	+
4. Оформление результатов поверки	9.1	+	+

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

2.1.2 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**

2.1.3 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

2.1.4 Поверку ИК, поверяемого поэлементным способом (включая и 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 комплексным 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 таблице 2.

Таблица 2

Ссылка на номер раздела МП	Наименование и тип (условное обозначение) основных или вспомогательных СП, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, основные и (или) метрологические и характеристики СП
1	2
8.7	Калибратор электрических сигналов СА71:
8.8	– диапазон измерений напряжения переменного тока от 0 до 1,1 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,5 \% \cdot X + 5 \text{ мВ})$ где X – значение измеряемого напряжения, В, разрешение 1 мВ;
8.9	– диапазон измерений напряжения переменного тока от 0 до 110 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока $\pm(0,5 \% \cdot X + 0,05)$ , где X – значение измеряемого напряжения, В, разрешение 0,1 В;
8.12	– диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 11 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm(0,02 \% \cdot X + 1 \text{ мВ})$ , где X – значение воспроизводимого напряжения, В, разрешение 1 мВ;
8.14	– диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 10 до 110 мВ, пределы допускаемой погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm(0,02 \% \cdot X + 15 \text{ мкВ})$ , где X – значение воспроизводимого напряжения, мВ, разрешение 10 мкВ;
8.15	– диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0 до 400 Ом, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току $\pm(0,025 \% \cdot X + 0,1 \text{ Ом})$ , где X – значение воспроизведенного сопротивления постоянному току, Ом, разрешение 0,01 Ом;
8.16	– диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 30 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm(0,02 \% \cdot X + 10 \text{ мВ})$ , где X – значение воспроизводимого напряжения, В, разрешение 10 мВ;
8.17	– диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm(0,025 \% \cdot X + 3 \text{ мкА})$ , где X – значение воспроизводимой силы тока, мА, разрешение 1 мкА;
8.18	

1	2
8.4 8.5 8.13	Генератор сигналов низкочастотные прецизионный ГЗ-110: диапазон воспроизведения частоты от 0,01 мГц до 2 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 3 \cdot 10^{-7}$
8.5	Термометр лабораторный стеклянный ТЛ-4: диапазон измерений температуры от 0 до 55 °С, цена деления 0,1 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,2$ °С
8.5	Ареометр АНТ-1: диапазон измерений плотности от 650 до 1070 кг/м <sup>3</sup> , пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности $\pm 0,5$ кг/м <sup>3</sup> , диапазон измерений температуры от минус 20 °С до 35 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С
8.6	Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух-I: диапазон воспроизведения давления от 0,0005 до 0,4 кПа, класс точности 0,02
8.6	Задатчик разрежения Метран-503 Воздух: класс точности 0,05, диапазон воспроизведения отрицательного давления (разрежения) от минус 0,0025 до минус 0,63 кПа
8.6	Манометр грузопоршневой МП-6: диапазон воспроизведения избыточного давления от 0,04 до 0,6 кПа, класс точности 0,05
8.6	Манометр грузопоршневой МП-60: диапазон воспроизведения избыточного давления от 0,02 до 6,0 кПа, класс точности 0,05
8.6	Манометр грузопоршневой МП-600: диапазон воспроизведения избыточного давления от 0,2 до 60,0 кПа, класс точности 0,05
8.10	Квадрант оптический КО-10: диапазон воспроизведения плоского угла $\pm 360^\circ$ , пределы допускаемой абсолютной погрешности плоского угла $\pm 10''$
8.11	Динамометр электронный переносной АЦД/1Р-300/БИ-0,5, верхний предел измерений силы 300 кН, пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы $\pm 0,12$ %.

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

При проверке должны использоваться средства измерения утвержденных типов.

Используемые средства поверки должны быть поверены в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г. и иметь действующее свидетельство 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 СИП должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Условия окружающей среды в испытательном боксе:

- температура воздуха, °С (К) ..... от 10 до 30 (от 283 до 303);
- относительная влажность воздуха, % ..... не более 90;
- атмосферное давление, кПа ..... от 96 до 104.

6.2 Условия окружающей среды в помещении пультовой:

- температура воздуха, °С (К) ..... от 15 до 25 (от 288 до 298);
- относительная влажность воздуха, % .....  $65 \pm 15$ ;
- атмосферное давление, кПа ..... от 96 до 104.

6.3 Питание АИИС:

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

*Примечание – При выполнении поверок 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 СИП к работе. Порядок подготовки ИК описан в Руководстве по эксплуатации БЛИЖ.401201.011.959 РЭ.

Поверка системы может проводиться двумя способами:

– показания снимаются визуально с монитора и заносятся в протокол произвольной формы с последующим расчетом значений основной погрешности. Этот способ называется «расчетным». Форма протокола поверки расчетным способом приведена в Приложении А;

– поверка «автоматическим» способом производится с применением функции «Проверка» программы «Recorder». Проведение поверки этим способом позволяет значительно уменьшить затраты времени. 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 При «расчетном» методе значения измеряемого параметра в контрольных точках задаются основными средствами поверки, а результаты измерений отображаются в окне «Цифровой формуляр». Результаты записываются и используются для вычисления относительной погрешности, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений. Относительная погрешность, приведенная к верхнему пределу диапазона измерений, вычисляется согласно пп. 9.1-9.2 настоящей методики.

7.1.2 Чтобы начать поверку «расчетным» способом, запустить программу управления комплексами МС «Recorder». Появится основное окно программы, показанное на рисунке 1.

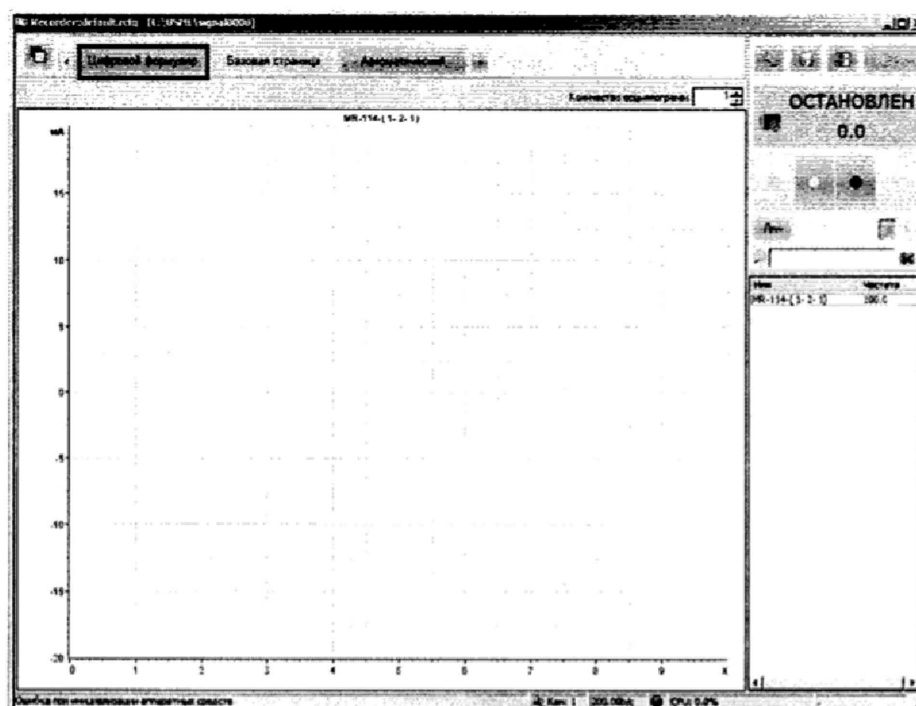


Рисунок 1 – Основное окно программы

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



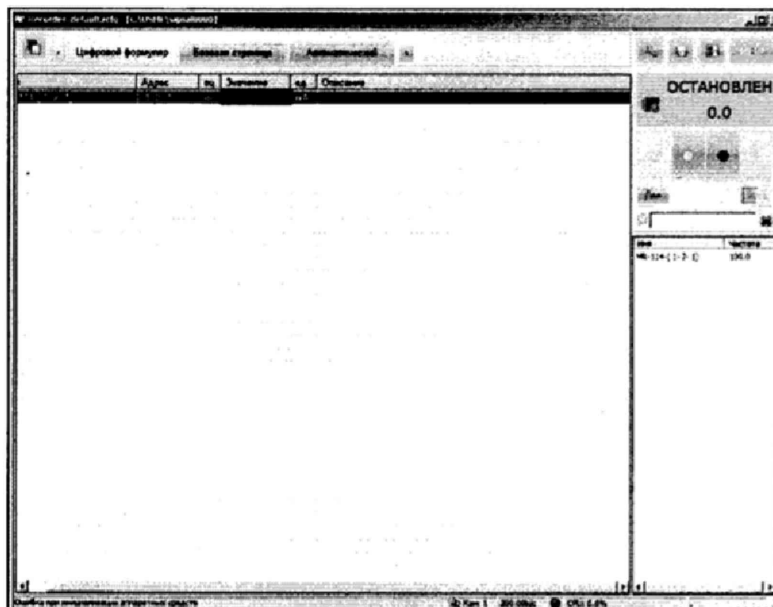



Рисунок 2 – Окно программы «Цифровой формуляр»

В окне цифровых формуляров нажать на поверяемый канал, он выделится цветом. Далее, найти столбец «Значение». На пересечении строки с выделенным поверяемым каналом и столбца «Значение» и будут появляться значения измеряемого параметра с именем сигнала эталона. Эта область на экране выделена на рисунке 2 красным прямоугольником. Получаемые результаты занести в протокол. Форма протокола приведена в Приложении А.

7.1.3 При «автоматическом» способе запустить программу управления комплексами МІС «Recorder». Настроить программу управления комплексами МІС «Recorder», для чего выполнить следующие операции:

- выделить ИК, подлежащий поверке в окне «Цифровой формуляр», как указано в пункте 7.1.2;
- открыть диалоговое окно «Свойства»; в открывшемся диалоговом окне «Настройка канала...», представленном на рисунке 3, в разделе «Канальная ГХ» нажать кнопку  «Калибровка канала»;
- в открывшемся диалоговом окне «Выбор типа градуировки...», представленном на рисунке 4, выбрать в разделе «Произвести...», «поверку», «стандартная», нажать кнопку «Далее»;

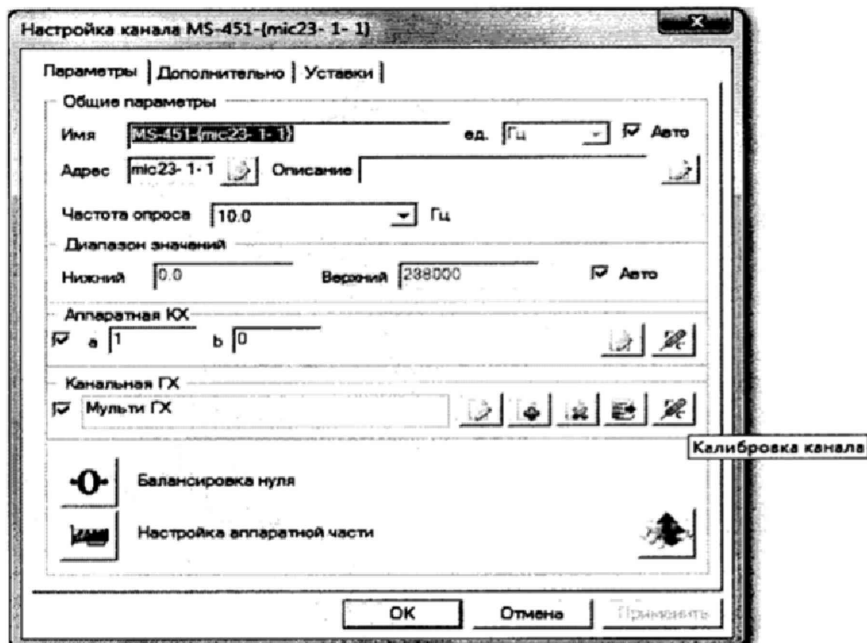


Рисунок 3 – Вид диалогового окна «Настройка канала...»

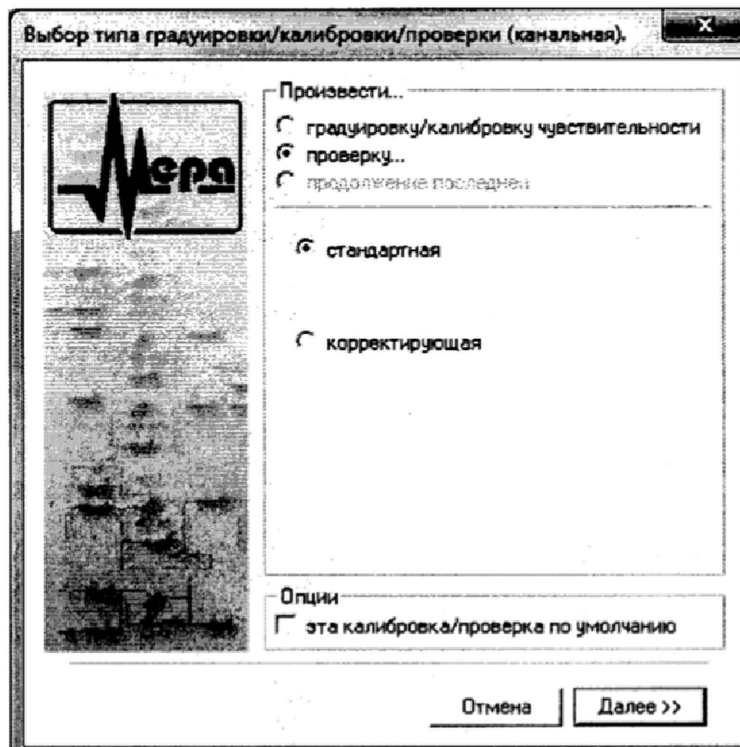


Рисунок 4 – Вид диалогового окна «Выбор типа градуировки/калибровки/поверки (канальная)»

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

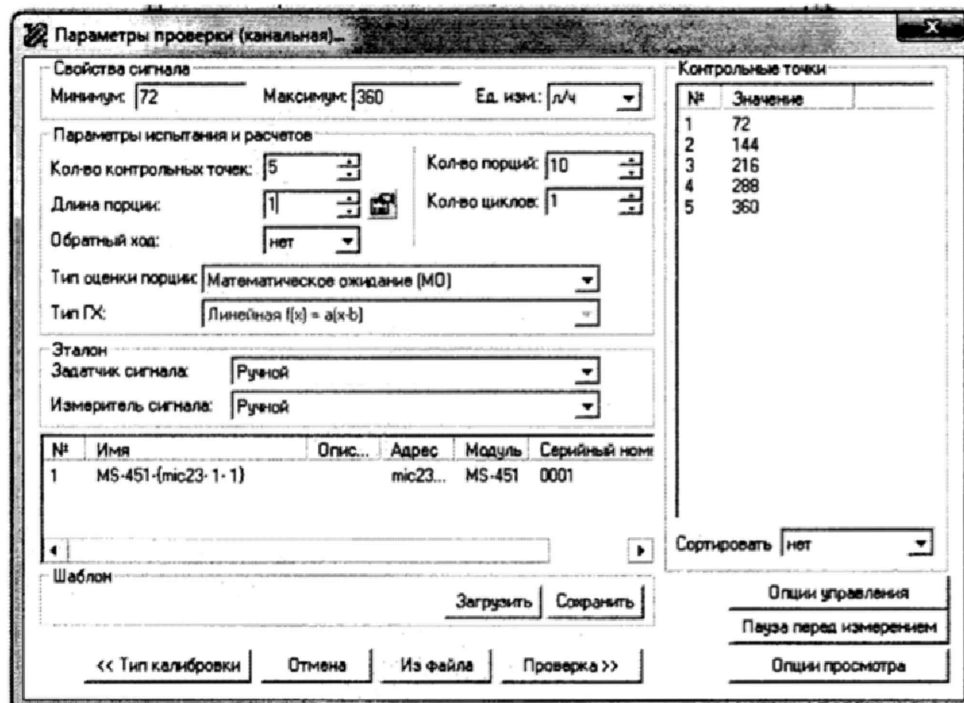


Рисунок 5 – Вид диалогового окна «Параметры поверки (канальная)»

– в разделе «Свойства сигнала» в поле «Минимум» – значение нижнего предела диапазона измерения, в поле «Максимум» – значение верхнего предела диапазона измерений, в поле «Ед. изм.» – единицы измерения 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» – 3, 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 измерения, 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 рисунке 6, нажав кнопку «Поверка», выйти в диалоговое окно «Измерение», вид которого представлен на рисунке 7;

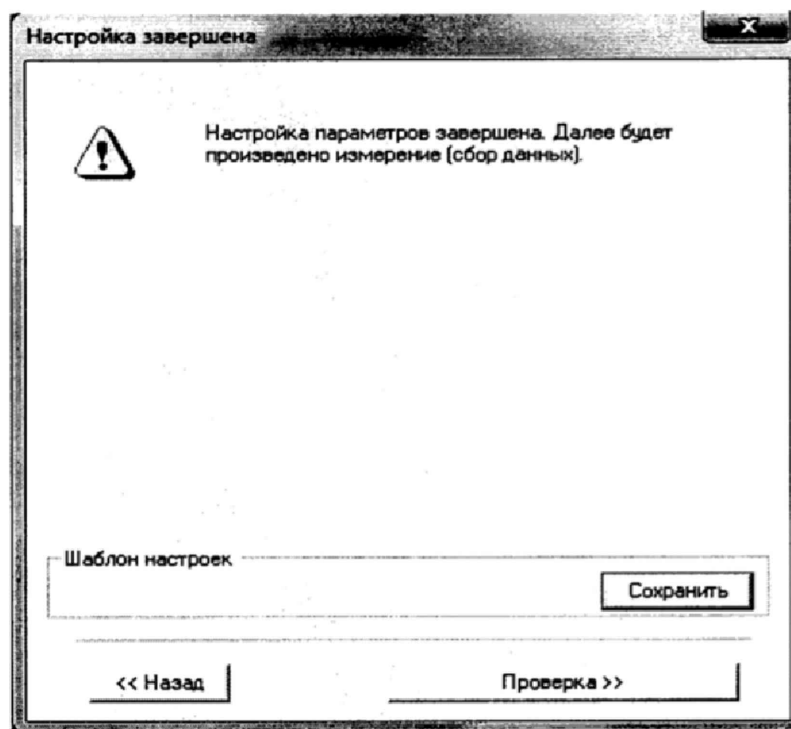


Рисунок 6 – Вид диалогового окна «Настройка завершена»

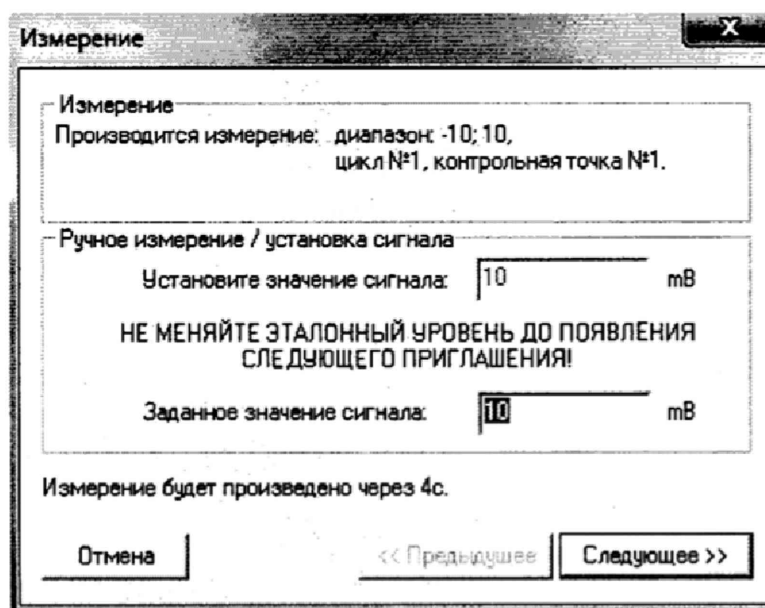


Рисунок 7 – Вид диалогового окна «Измерение»

Измерение заданного сигнала выполняется при нажатии кнопки «Следующее».

После измерения 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.

Окно «Настройка параметров протокола» заполняется аналогично представленному на рисунке 8. Для расчета приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности, надо поставить отметку напротив пункта «Приведенная погрешность» и на вкладке «Диапазон» выбрать пункт «Диапазон измерения».

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

Настройка параметров протокола

Настройка протокола | Дополнительно |

Шапка отчета

- Дата, время
- Информация о диапазоне
- Наименование эталона
- Наименование эталона: \_\_\_\_\_
- Информация о модуле
- Информация о канале
- Список контрольных точек

Шапка страницы

- Дата, время

Подвал страницы

- Номер страницы
- ФИО оператора: \_\_\_\_\_  
Иванов И.И.

Параметры формирования таблиц

- Оценка нелинейности каналов
- Таблицы ГХ/ЮХ
- Отдельная таблица по каждому каналу
- Автоматический формат чисел
- Количество знаков:
- Относительная погрешность
- Отдельная колонка для прямого и обратного ходов
- Скинки измерительной величины
- Уточнение по каналу эталона
- Приведенная погрешность

Диапазон

- Диапазон измерения
- По крайним точкам проверки
- OST 1 01021-93 VP

Допусковый контроль

Погрешность:  Допустимое значение:  %

Шаблон настроек отчета

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 программного обеспечения

Для проверки наименования и версии метрологически значимого программного обеспечения выполнить следующие операции:

- запустить программу управления комплексами МИС, двойным щелчком «мышь» на рабочем столе операционной системы;
- 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 рисунке 9, характеристикам программного обеспечения, приведенным ниже:

- наименование – «MERA Recorder»;
- идентификационное наименование – scales.dll;
- номер версии – 1.0.0.8;
- цифровой идентификатор – 24CVC163.

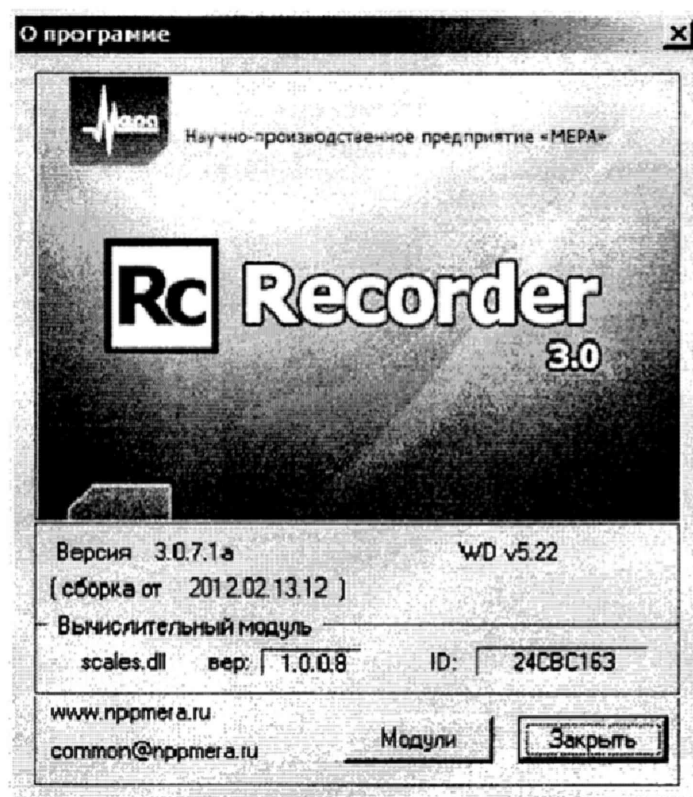


Рисунок 9 – Вид информационного окна программы «Recorder»

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 поэлементным способом.

### 8.4 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты периодического сигнала, соответствующего частоте вращения роторов

8.4.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа:

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

8.4.2 Поверку электрической части ИК частоты вращения роторов выполнить в следующей последовательности:

8.4.3 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 10, для чего отсоединить кабель от первичного преобразователя и подключить генератор.

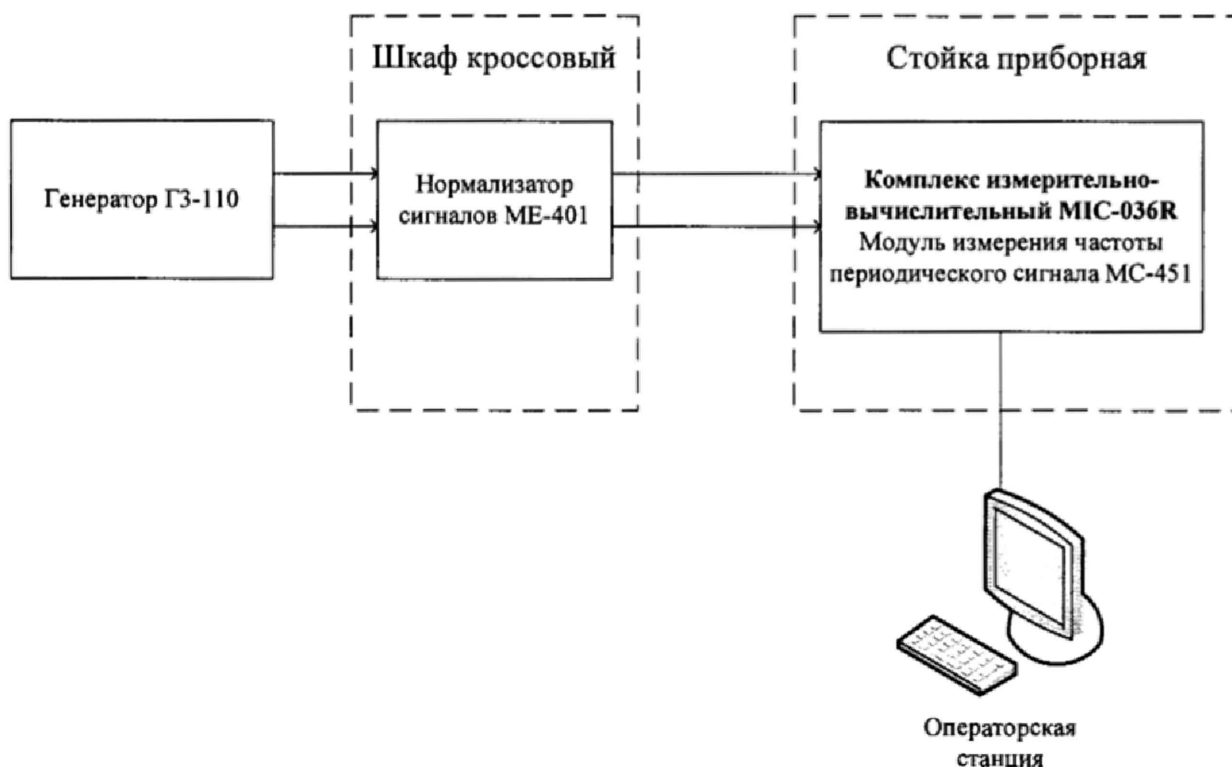


Рисунок 10 - Схема поверки ИК частоты периодического сигнала

8.4.4 Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для каждого из указанных ИК установить значения в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Контрольные точки измерения частоты

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, $n$	Номинальные значения частоты вращения в КТ, $x_k$
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора низкого давления в диапазоне от 200 до 6000 об/мин (Параметр: $N_{нд}$ )	ц	,73	1,82	5	2,73; 20,46; 40,98; 61,37; 81,82.
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора среднего давления в диапазоне от 400 до 8000 об/мин (Параметр: $N_{сд}$ )		,33	6,67	5	3,33; 16; 33,33; 50; 66,67.
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора высокого давления в диапазоне от 400 до 10000 об/мин (Параметр: $N_{вд}$ )		,1	7,53	5	3,1; 15,51; 31,01; 46,52; 52,03; 77,53.



Наименование ИК (измеряемого параметра)	Раз мерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Коли- чество КТ на ДИ ИК, $n$	Номинальные значения частоты вращения в КТ, $x_k$
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора низкого давления в диапазоне от 100 до 6000 об/мин (Параметр: - $N_{нд1}$ )		2,66	560	5	42,66; 640; 1280; 1920; 2560.
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора среднего давления в диапазоне от 100 до 8000 об/мин (Параметр: - $N_{сд1}$ )		0	600	5	20; 400; 800; 1200; 1600.
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора высокого давления в диапазоне от 100 до 10000 об/мин (Параметр: - $N_{вд1}$ )		2,67	268,81	5	62,67; 1253,76; 2507,52; 3761,28; 5015,04; 6268,81

8.4.5 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 3 частоты, провести поверку для определения максимальной погрешности измерений. Установить на эталоне значение, указанные в таблице. Зафиксировать отображаемое в ПО Recorder значение при поверке в расчетном способе, как указано в п. 7.3.1, или используя режим «Проверка...», при автоматическом способе, нажатием кнопки «Следующее», как указано в п. 7.4.

8.4.6 Номинальные значения частоты вращения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью генератора в единицах измерения частоты переменного тока (Гц).

8.4.7 Для ИК:  $N_{нд}$ ;  $N_{сд}$ ;  $N_{вд}$  амплитуду переменного тока установить равной 0,5 В, а для ИК:  $N_{нд1}$ ;  $N_{сд1}$ ;  $N_{вд1}$  – 0,1 В.

8.4.8 При сборе данных выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.4.9 После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-ВП}$  в % к ВП ИК.

8.4.10 Результаты поверки ИК считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности частоты периодического сигнала находится в пределах  $\pm 0,15$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.5 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений расхода топлива (керосина), расхода (прокачки) рабочей жидкости и расхода (прокачки) масла

8.5.1 Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа:

- 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.

8.5.1.1 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.

8.5.1.2 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 допусках пределах .

8.5.1.3 Поверка ПП массового расхода счетчика-расходомера массового ЭЛМЕТРО-Фломак осуществляется в соответствии с МИ 3272-2010 «Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности». Поверка ПП массового расхода производится на месте эксплуатации. Интервал между поверками – 4 года.

8.5.1.4 Поверка ПП объемного расхода осуществляется в соответствии с документом «ГСИ. Преобразователи расхода турбинные ТПР» ЛГФИ.407221.034 МИ, утвержденной 32 ГНИИИ МО РФ 29 мая 2003 г. Интервал между поверками – 1 год.

8.5.1.5 Поверку электрической части ИК массового расхода топлива (керосина) выполнить в следующей последовательности.

8.5.1.6 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 11, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить генератор сигналов специальной формы ГСС-93/1.

8.5.1.7 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Корректировка БД» и с ее помощью для ИК расхода топлива (керосина) установить значения индивидуальной функции преобразования). Завершить работу программы.

8.5.1.8 Запустить программу «Recorder» и для ИК массового расхода топлива (керосина) установить значения в соответствии с таблицей 4.

8.5.1.9 Используя программу «Recorder» для электрической части ИК массового расхода топлива (керосина), провести поверку для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения расхода топлива (керосина) в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью генератора в единицах частоты синусоидального сигнала, соответствующей номинальным значениям расхода топлива в КТ. При сборе данных для электрической части ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

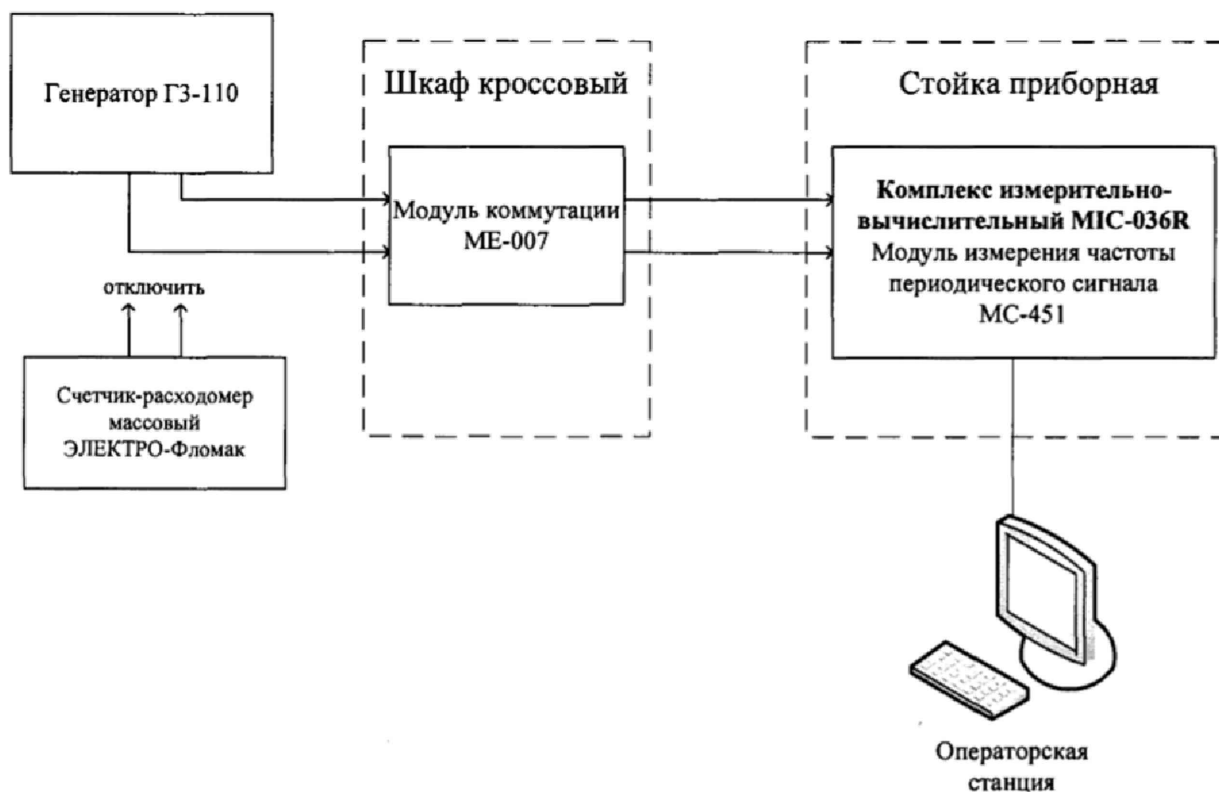


Рисунок 11 – Схема поверки ИК массового расхода топлива (керосина)

Таблица 4 – Контрольные точки измерения массового расхода топлива

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, $n$	Номинальные значения расхода в КТ, $x_k$	Номинальные значения частоты генератора в КТ (Гц)
Массовый расход топлива (керосина) <i>Параметры:</i> $G_{TM1}; G_{TM2}$	кг/ч	600	70000	8	600, 1000, 5000, 10000, 20000, 30000, 50000, 70000	95,63; 152,71; 723,57; 1437,14; 2864,29; 4291,43; 7145,71; 10000

8.5.1.10 После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{эч.ик\_ди}$ , приведенную в % к ДИ по формуле (7).

8.5.2 Поверку электрической части ИК расхода (прокачки) рабочей жидкости выполнить в следующей последовательности.

8.5.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 12, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить генератор.

8.5.2.2 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для ИК расхода (прокачки) рабочей жидкости установить значения в соответствии с таблицей 5.

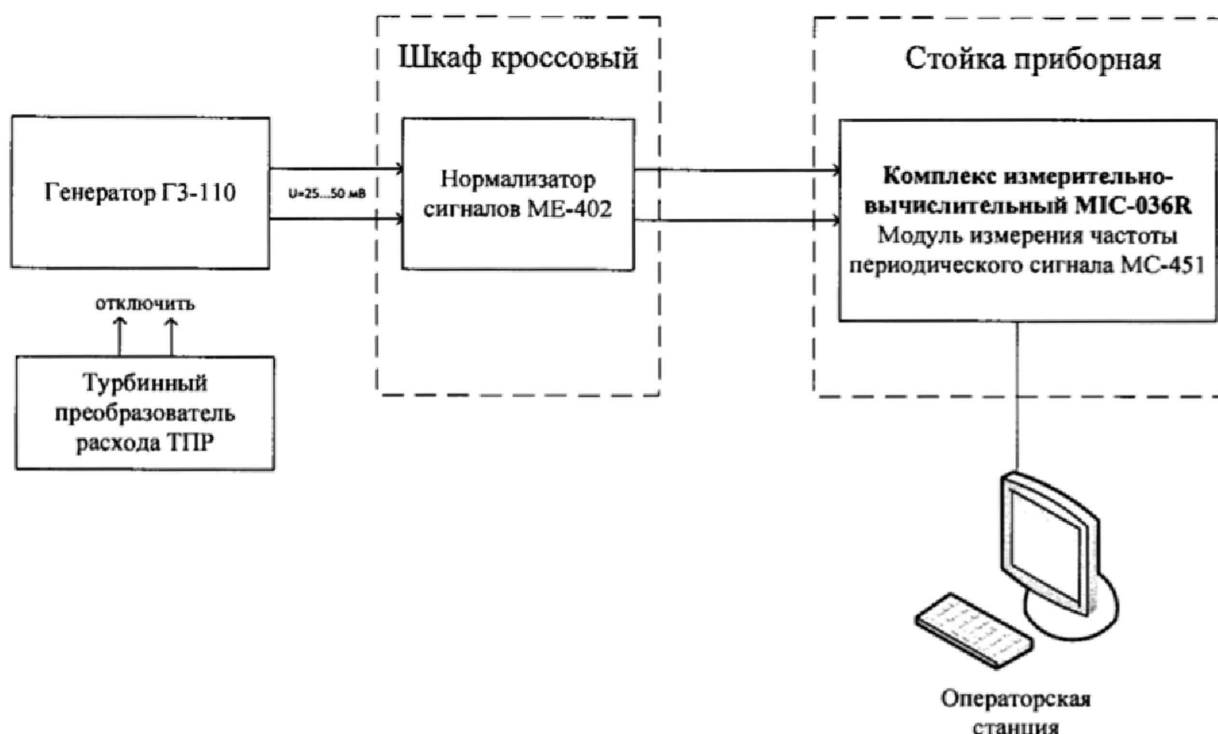


Рисунок 12 – Схема поверки ИК расхода (прокачки) рабочей жидкости и масла

Таблица 5 – Контрольные точки измерения расхода (прокачка) рабочей жидкости

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения расхода в КТ, $x_k$
Расход (прокачка) рабочей жидкости <i>Параметры: q89Д; q103-1 (q112л); q103-2(q112n)</i>	л/мин	18	150	4	18, 60, 105, 150

8.5.2.3 Используя программу «Recorder» для электрической части ИК расхода (прокачки) рабочей жидкости, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения расхода (прокачки) рабочей жидкости в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью генератора в единицах измерений его носителя, частоты переменного тока (Гц), соответствующей номинальным значениям расхода топлива в КТ. Значения частоты переменного тока, соответствующие номинальным значениям расхода рабочей жидкости в КТ ДИ, взять из последнего действующего протокола очередной или внеочередной поверки ТПР с точностью до 3-его знака после запятой.

При сборе данных для электрической части ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.5.2.4 После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в автоматическом режиме определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{эч.ик\_ДИ}$  приведенную в % к ДИ по формулам (1) и (2).

8.5.2.5 Поверку электрической части ИК расхода (прокачки) масла выполнить в следующей последовательности.

8.5.2.6 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 13.

8.5.2.7 Запустить программу «Корректировка БД» и подготовить ее к работе с ИК расхода (прокачки) масла.

8.5.2.8 Запустить программу «Recorder» для ИК расхода (прокачки) масла установить значения в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Контрольные точки измерения расхода (прокачка) масла

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения расхода в КТ, $x_k$
Расход (прокачка) масла <i>Параметр: q ОТ</i>	л/мин	12	60	5	12, 24, 36, 48, 60
Расход (прокачка) масла <i>Параметр: q ИЗД</i>		18	150	4	18, 60, 105, 150

8.5.2.9 Используя программу «Recorder» для электрической части ИК расхода (прокачки) масла, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения расхода (прокачки) масла в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью генератора в единицах измерений его носителя, частоты переменного тока (Гц), соответствующей номинальным значениям расхода прокачки в КТ. Значения частоты переменного тока, соответствующие номинальным значениям прокачки в КТ ДИ, взять из последнего действующего протокола очередной или внеочередной поверки ТПР с точностью до 3-его знака после запятой.

При сборе данных для ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.5.2.10 После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в автоматическом режиме определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{эч.ик\_ДИ}$  приведенную в % к ДИ ИК.

8.5.2.11 Определить максимальную погрешность ИК измерений расхода (прокачки) масла в % относительно ВП НЗ:

а) определить максимальную погрешность электрической части ИК в % относительно ДИ по формуле

$$\tilde{\Delta}q_{эч.ик} = \pm \frac{\tilde{\gamma}_{эч.ик\_ДИ} \cdot (q_{м\_ВПДИ} - q_{м\_НПДИ})}{100\%}, \quad (1)$$

$$\tilde{\delta}_{эч.ик} = \pm \frac{\tilde{\Delta}q_{эч.ик}}{q_{м\_ДИ}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $\tilde{\Delta}q_{эч.ик}$  – максимальное значение абсолютной погрешности электрической части ИК, л/мин;

$\tilde{\gamma}_{эч.ик\_ДИИК}$  – максимальное значение погрешности электрической части ИК, приведенное в % к ДИ ИК по подпункту 8.7.5.5;

$q_{м\_ВПДИ}$  – ВП ДИ ИК расхода (прокачки) в л/мин по таблице 6;

$q_{м\_НПДИ}$  – НП ДИ ИК расхода (прокачки) в л/мин по таблице 6;

$q_{м\_ДИ}$  – ДИ расхода (прокачки) в л/мин, пересчитанное при плотности масла 0,82 г/см<sup>3</sup> для ВП НЗ в кг/мин установленного программами 152.000.000-2 ПМ и 156.000.000 ПМ;

$\tilde{\delta}_{эч.ик}$  – максимальное значение погрешности электрической части ИК расхода (прокачки) в % относительно ВП НЗ;

б) определить максимальную погрешность измерений плотности масла в % относительно ДИ по формуле

$$\Delta_{\rho_{м}} = \pm (\Delta_{\rho_{м20}} - k_{м} \cdot \Delta_{t_{м}}), \quad (3)$$

$$\tilde{\delta}_{\rho\_ДИ} = \pm \frac{\Delta_{\rho}}{\rho_{м}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $\rho_{м}$  – плотность масла, равная 0,82 г/см<sup>3</sup>;

$\rho_{м20}$  – плотность масла в г/см<sup>3</sup> при температуре масла 20 °С;

$\Delta_{\rho_{м}}$  – максимальное значение абсолютной погрешности измерений плотности масла в кг/м<sup>3</sup>;

$\Delta_{\rho_{м20}}$  – максимальное значение абсолютной погрешности измерений плотности масла ареометром в кг/м<sup>3</sup> при температуре масла 20 °С;

Примечание - Плотность масла при температуре 20 °С измеряется по методике ГОСТ 3900-85;

$k_m$  – температурный коэффициент масла (0,00067);

$\Delta_{tm}$  – максимальное значение абсолютной погрешности измерений температуры масла в °С;

$\tilde{\delta}_\rho$  – максимальное значение погрешности измерений плотности масла;

в) определить максимальную погрешность ИК измерений расхода (прокачки) масла в % относительно ДИ в кг/мин по формуле

$$\tilde{\delta}_{ик\_ДИ} = \pm (\delta_{тп} + \tilde{\delta}_{эч.ик} + \delta_\rho), \quad (5)$$

где  $\tilde{\delta}_{ик\_ВПНЗ}$  – максимальное значение погрешности ИК измерений расхода (прокачки) масла в % относительно НЗ в кг/мин;

$\delta_{тп}$  – максимальное значение погрешности ПП в % относительно ВП НЗ в л/мин;

$\tilde{\delta}_{эч.ик}$  – максимальное значение погрешности электрической части ИК в % относительно ВП НЗ в л/мин по подпункту а;

$\delta_\rho$  – максимальное значение относительной погрешности измерений плотности масла в % по подпункту б.

8.5.2.12 Результаты поверки ИК расхода топлива (керосина), расхода (прокачки) рабочей жидкости и расхода (прокачки) масла считать положительными если:

– ПП поверены, имеют действующее свидетельство о поверке, фактическая максимальная погрешность измерений находится в пределах допускаемой погрешности определенной паспортом;

– максимальное значение погрешности измерений расхода топлива (керосина)  $\tilde{\delta}_{ик\_ВПДИ}$  для ИК СтМ в % относительно ВП ДИ, находится в пределах допускаемой погрешности  $\pm 0,5$  % от ИЗ (ДИ);

– максимальное значение погрешности измерений расхода (прокачки) рабочей жидкости  $\tilde{\delta}_{ик\_ДИ}$  в % относительно ДИ, находится в допускаемых пределах  $\pm 1$  % от ДИ в л/мин.

– максимальное значение погрешности измерений расхода (прокачки) масла  $\tilde{\delta}_{ик\_ДИ}$  в % относительно ДИ, находится в допускаемых пределах  $\pm 3$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.6 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений избыточного давления (разрежения) жидких и газообразных сред

8.6.1 Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа:

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

– 2 этап – поверку ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

– 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.6.2 Поверку ИК выполнить в следующей последовательности.

8.6.2.1 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.

8.6.2.2 Проверить свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности (относитель-



но к ИЗ) ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допусаемых пределах .

8.6.2.3 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 13, для чего на вход ИК, вместо импульсной трубки подвода давления, подключить средство поверки (СП). При проведении поверки использовать СП, указанные в таблице 7.

8.6.2.4 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК избыточного давления (разряжения) жидких и газообразных сред установить значения в соответствии с таблицей 7.

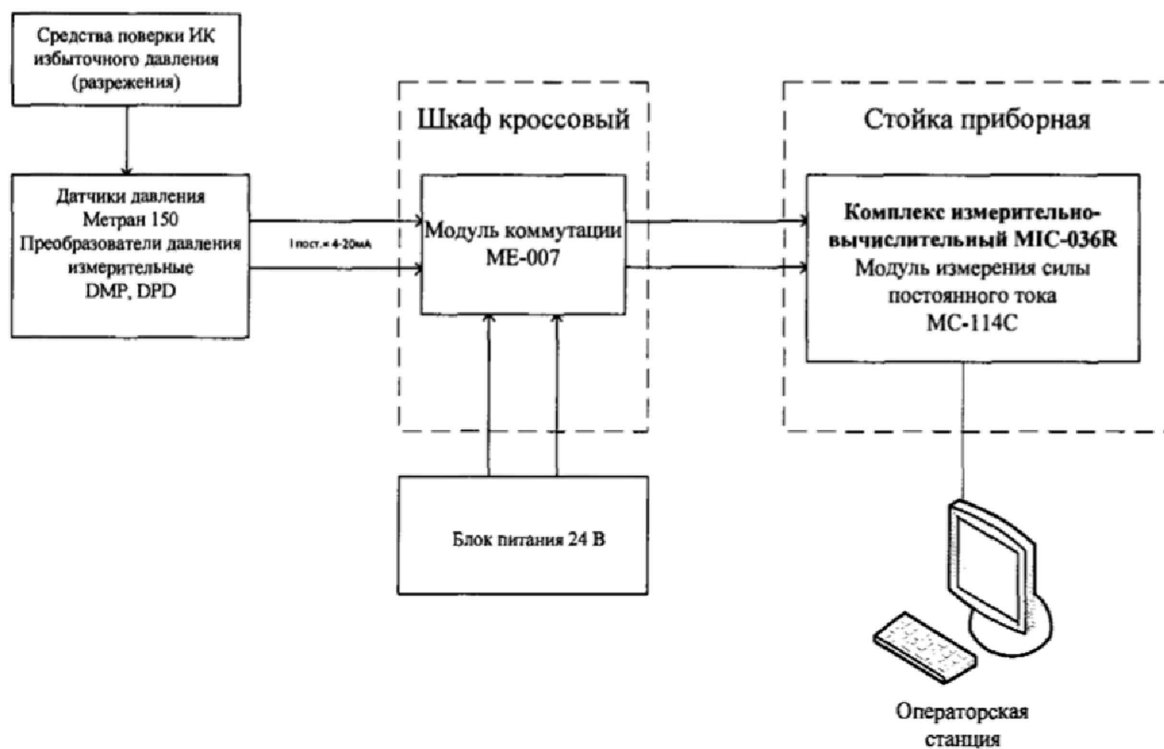


Рисунок 13 - Схема поверки ИК избыточного давления (разрежения) жидких и газообразных сред комплектным способом

Таблица 7 – Контрольные точки измерения давления и разрежения

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Тип СП (рекомендованные)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения давления (разрежения) в КТ, $x_k$
1	2	3	4	5	6	7
Разрежение газообразных сред (Параметры: Р МК1; Р МК2; Р МК3; Р МК4; Р МК5; Р МК6; DP БО)	DMD-331	кгс/см <sup>2</sup>	минус 0,2	0	6	-0,2; -0,16; -0,12; -0,08; -0,04; 0,0
Разряжение газообразных сред (Параметр: DP БОКС)	DMD-331	кгс/см <sup>2</sup>	минус 0,025	0	5	-0,02; -0,015; -0,01; -0,005; 0

1	2	3	4	5	6	7
Разряжение и избыточное давление газообразных сред ( <i>Параметры: P<sub>в</sub> ОСС; P<sub>2II</sub>; P<sub>в</sub> СО; P<sub>в</sub> ПрО; P<sub>в</sub> ВН</i> )	DMD-331	кгс/см <sup>2</sup>	минус 0,6	1,5	9	-0,6; -0,4; -0,2; 0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5
Избыточное давление жидких и газообразных сред ( <i>Параметры: P<sub>вых</sub> КРВНА; P<sub>вх</sub> 89Д; P<sub>т вх</sub> ИЗД; P<sub>суф</sub> ОТ; P ДПС; P<sub>21</sub></i> )	Метран 150	кгс/см <sup>2</sup>	0	4,0	5	0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0
Избыточное давление жидких и газообразных сред ( <i>Параметры: P<sub>м вх</sub>; P<sub>в</sub> вых РК; P<sub>м вх</sub> ИЗД; P<sub>м вых</sub> ИЗД; P<sub>м вх</sub> ОТ; P<sub>м вых</sub> ОТ; P<sub>в вх</sub> ШН; P<sub>в</sub> вых ШН; P<sub>вх</sub> 103-1(P вх 112л); P<sub>вх</sub> 103-2(P вх 112н); P<sub>вх</sub> ВПТ(P<sub>вх</sub> ТСВ)</i> )	Метран 150	кгс/см <sup>2</sup>	0	6,0	5	0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0
Избыточное давление жидких и газообразных сред ( <i>Параметры: P<sub>в вх</sub> ША; P<sub>в</sub> вых ША; P<sub>т</sub> ВП; P<sub>м</sub> КОНС</i> )	Метран 150	кгс/см <sup>2</sup>	0	10,0	6	0,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0
Избыточное давление газообразных сред ( <i>Параметр: P<sub>т</sub> 2-11</i> )	Метран 150	кгс/см <sup>2</sup>	0	16,0	5	0,0; 4,0; 8,0; 12,0; 16,0
Избыточное давление газообразных сред ( <i>Параметр: P<sub>р</sub></i> )	Метран 150	кгс/см <sup>2</sup>	0	25,0	6	0,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0
Избыточное давление газообразных сред ( <i>Параметр: P<sub>в</sub> РСФ; P<sub>в</sub> КС</i> )	Метран 150	кгс/см <sup>2</sup>	0	40,0	6	0,0; 8,0; 16,0; 24,0; 32,0; 40,0
Избыточное давление жидких сред ( <i>Параметры: P<sub>т</sub> ОКС; P<sub>т</sub> 1ФК; P<sub>т</sub> 2ФК; P<sub>т</sub> 3ФК; P<sub>т</sub> 4ФК; P<sub>т</sub> 5ФК; P<sub>т</sub> РСОПЛ</i> )	DMP 333	кгс/см <sup>2</sup>	0	100,0	6	0,0; 20,0; 40,0; 60,0; 80,0; 100,0
Избыточное давление жидких сред ( <i>Параметры: P<sub>вых</sub> 89Д; P<sub>вых</sub> 103-1(P<sub>вых</sub> 112л); P<sub>вых</sub> 103-2(P<sub>вых</sub> 112н)</i> )	Метран 150	кгс/см <sup>2</sup>	0	300,0	6	0,0; 60,0; 120,0; 180,0; 240,0; 300,0
Перепад (разность) давления жидких сред ( <i>Параметр: ΔP<sub>тд</sub></i> )	DMD 331	кгс/см <sup>2</sup>	0	12,0	5	0,0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0

8.6.2.5 Используя программу «Recorder», поочередно для всех ИК избыточного давления (разряжения) жидких и газообразных сред провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения избыточного давления (разряжения) жидких и газообразных сред в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью СП в единицах измерений давления (разряжения), кгс/см<sup>2</sup>,



в соответствии с таблицей 7. При сборе данных для каждого ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.6.2.6 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом режиме определить индивидуальную функцию преобразования ИК, максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик\_ди}$  приведенную в % к ДИ.

8.6.2.7 Результаты поверки ИК избыточного давления (разряжения) жидких и газообразных сред считать положительными, если максимальное значение погрешности  $\tilde{\gamma}_{ик\_max}$  находится в допусках  $\pm 0,4\%$  для ИК - Р МК1; Р МК2; Р МК3; Р МК4; Р МК5; Р МК6; DP БО; DP БОКС; Pв ВН1,  $\pm 0,5\%$  для  $\Delta P_{гд}$  и  $\pm 0,3\%$  - для остальных ИК, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.7 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) и ХА(К)

8.7.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа:

- 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.

8.7.2 Поверку ИК выполнить в следующей последовательности.

8.7.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 14, для чего на вход электрической части ИК вместо ПП подключить калибратор СА71 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 110 до 110 мВ.

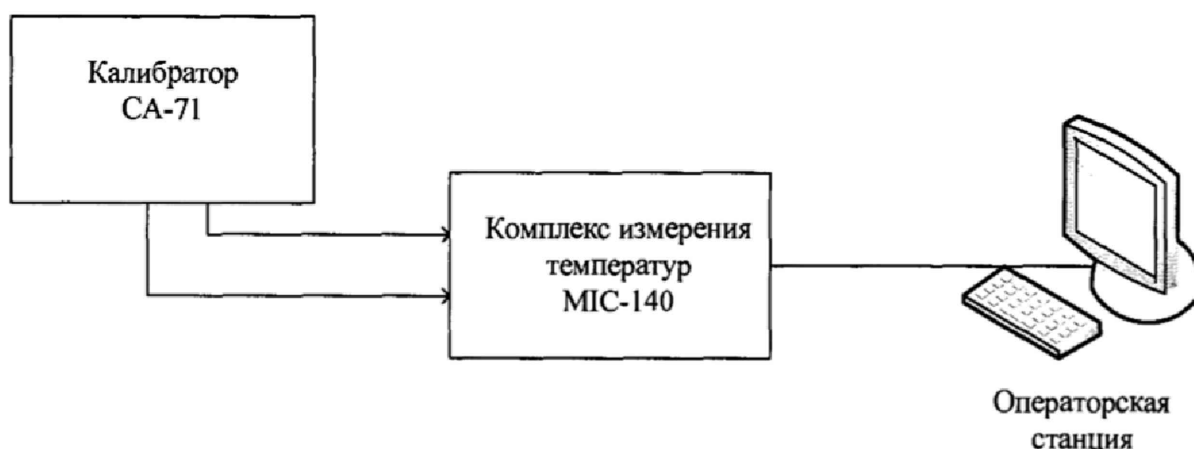


Рисунок 14 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока

8.7.2.2 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 8.

8.7.2.3 Используя программу «Recorder» поочередно для ИК, указанных в таблице 8, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения температуры в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерения ее носителя, напряжения постоянного тока (мВ). Напряжение постоянного тока, соответствующее номинальным значениям температуры, устанавливать по номинальной статической характеристике преобразователя ГОСТ Р 8.585-2001.

Таблица 8 – Контрольные точки измерения 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 среднему значению температуры газов от 0 до 900 °С, в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА(К) (Параметр: $t^*58(1)$ ; $t^*58(2)$ )	мВ	0	37,326	5	0; 10,153; 20,644; 31,213; 37,326
Напряжение постоянного тока, соответствующее значению температуры воздуха от 0 до 600 °С, в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) (Параметры: $t^*2 ВД1$ ; $t^*2 ВД2$ ; $t^*2 ВД3$ ; $t^*2 ВД4$ ; $t^*2 ВД5$ ; $t^*2 ВД6$ ; $t_{ввых ДВП}$ )			49,108	5	0; 10,624; 22,843; 35,888; 49,108
Напряжение постоянного тока, соответствующее значению температуры воздуха от 0 до 400 °С, в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) (Параметр: $t_{ввых ВВР}$ )			31,492	5	0; 6,862; 14,560; 22,843; 31,492
Напряжение постоянного тока, соответствующее значению температуры воздуха и узлов двигателя от 0 до 250 °С, в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) (Параметры: $t_n ПО$ ; $t_n СО$ ; $t_n ПрО$ ; $t_{вх ВПТ}$ ( $t_{вх ТСВ}$ ))			18,642	6	0; 3,306; 6,862; 10,624; 14,560; 18,642

При сборе данных для каждого ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.7.2.4 После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме для каждого ИК определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик\_ди}$ , приведенную в % к ДИ.

8.7.3 Результаты поверки ИК температуры газообразных сред с ПП термоэлектрического типа считать положительными, если:

- максимальное значение погрешности  $\tilde{\gamma}_{ик\_ДИ}$  измерений параметра  $t^{*58}$  находится в пределах  $\pm 0,1\%$  от ДИ;
- максимальное значение погрешности  $\tilde{\gamma}_{ик\_ДИ}$  измерений параметров  $t^{*2}$  ВД1;  $t^{*2}$  ВД2;  $t^{*2}$  ВД3;  $t^{*2}$  ВД4;  $t^{*2}$  ВД5;  $t^{*2}$  ВД6;  $t_v$  вых ДПВ находится в пределах  $\pm 0,15\%$  от ДИ;
- максимальная погрешность  $\tilde{\gamma}_{ик\_ДИ}$  измерений параметра  $t_v$  вых ВВР находится в пределах  $\pm 0,25\%$  от ДИ;
- максимальное значение погрешности  $\tilde{\gamma}_{ик\_ДИ}$  измерений параметров  $t_p$  ПО;  $t_p$  СО;  $t_p$  ПрО;  $t_v$  вх ВПТ для НК-25 или  $t_v$  вх ТСВ для НК-32 находится в пределах  $\pm 0,4\%$  от ДИ. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.8 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений температуры жидких и газообразных сред с первичными преобразователями терморезистивного типа (термометрами сопротивления)

8.8.1 Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа:

- 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.

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

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

8.8.2.2 Для каждого ПП проверить свидетельство об определении МХ (калибровке). Свидетельство должно быть действующим.

8.8.3 Поверку электрической части ИК выполнить в следующей последовательности

8.8.3.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 15, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить калибратор СА71 в режиме воспроизведения сопротивления постоянному току от 0 до 400 Ом.

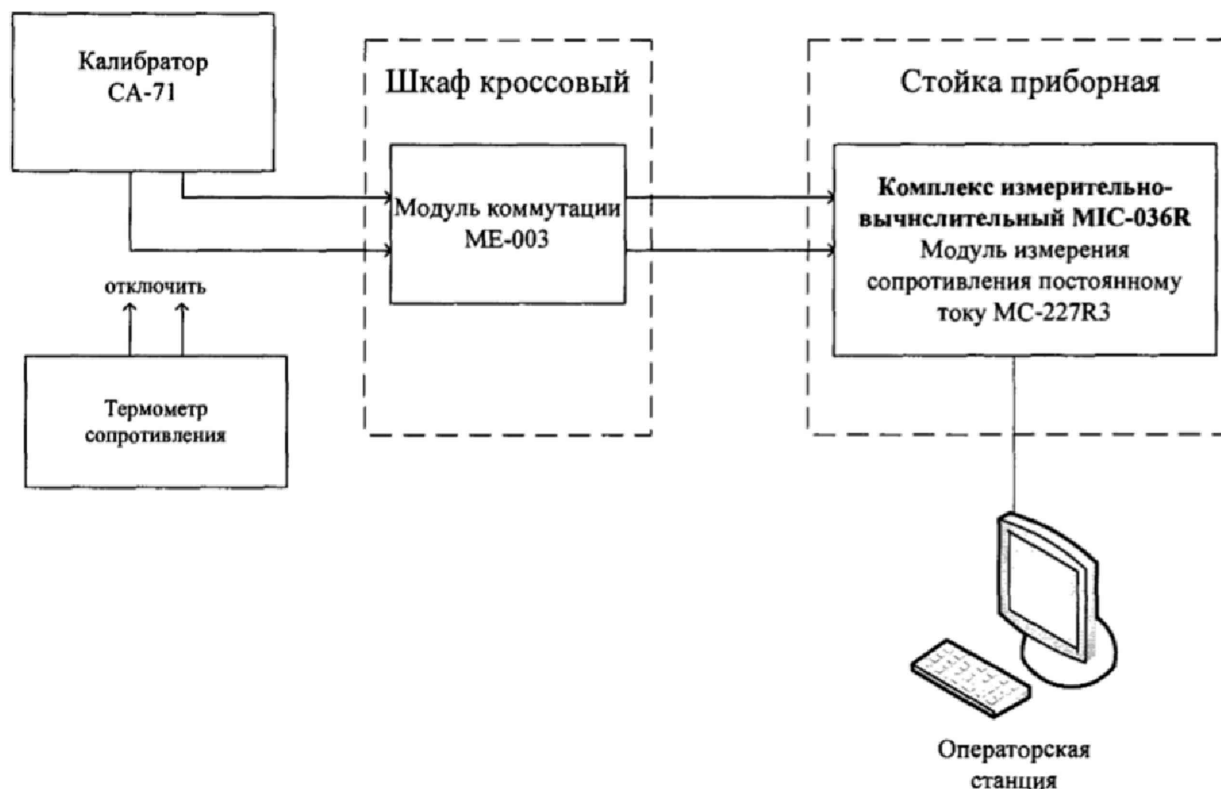


Рисунок 15 - Схема поверки ИК температуры жидких и газообразных сред с ПП терморезистивного типа (термометрами сопротивления)

8.8.3.2 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для каждого ИК температуры жидких и газообразных сред с ПП терморезистивного типа (термометрами сопротивления) установить значения в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9 – Контрольные точки измерения температуры

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения температуры в КТ, $x_k$
Температура газообразных сред (Параметры: $t^*1-1$ ; $t^*1-2$ ; $t^*1-3$ ; $t^*1-4$ ; $t^*1-5$ ; $t^*1-6$ )	°C	- 50	50	11	-50; -40; -30; -20; -10; 0; 10; 20; 30; 40; 50
Температура жидких сред (Параметр: $t_m$ вх ИЗД)		- 50	50	5	-50; -25; 0; 25; 50
Температуры воздуха (Параметр: $t_v$ вх ВПТ ( $t_v$ вх ТСВ))		0	250	6	0; 50; 100; 150; 200; 250
Температура жидких сред (Параметры: $t_m$ вх ИЗД; $t_m$ вых ИЗД; $t_m$ вых ОТ; $t_t$ вых ТТМ; $t_{rc}$ вх 89Д; $t_{rc}$ вх 103-1( $t_{rc}$ вх 112л); $t_{rc}$ вх 103-2( $t_{rc}$ вх 112п))		- 40	250	10	- 40; - 30; - 20; - 10; 0; 50; 100; 150; 200; 250

8.8.3.3 Используя программы «Recorder», поочередно для электрической части всех указанных в таблице 9 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения температуры в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерения ее носителя, сопротивления постоянному току (Ом). Сопротивление постоянному току, соответствующее номинальным значениям температуры в КТ, устанавливать по номинальной статической характеристике преобразователя, ГОСТ 6651 гр.22 (П100, класс допуска В,  $W100 = 1,391$ ). При сборе данных для каждого ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.8.3.4 После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в автоматическом режиме для каждого ИК определить индивидуальную функцию преобразования, максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{\text{ИК\_ДИ}}$ .

8.8.4 Результаты поверки ИК температуры жидких и газообразных сред с ПП терморезистивного типа (термометрами сопротивления) считать положительными если:

- погрешность ПП находится в допусковых пределах, нормированных по ГОСТ 6651 гр.22 для терморезистивных преобразователей класса допуска В с номинальной градуировочной характеристикой П100 ( $W100 = 1,391$ );

- для ИК: t\*1-1; t\*1-2; t\*1-3; t\*1-4; t\*1-5 и t\*1-6 находится в допусковых пределах  $\tilde{\Delta t_{\text{ИК\_max}}} = \pm 1,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

- максимальное значение погрешности для ИК тт вх ИЗД, приведенная в % к ДИ ИК, находится в допусковых пределах  $\tilde{\gamma}_{\text{ИК\_max}} = \pm 1,0 \%$ ;

- максимальное значение погрешности для ИК тв вх ВПТ(тв вх ТСВ), приведенная в % к ДИ ИК, находится в допусковых пределах  $\tilde{\gamma}_{\text{ИК\_max}} = \pm 0,4 \%$ ;

- максимальное значение погрешности для ИК тм вх ИЗД; тм вх ИЗД; тм вх ОТ; тт вх ТТМ; тгс вх 112п; тгс вх 112л; тгс вх 89Д1; тгс вх 103-1(тгс вх 112л); тгс вх 103-2(тгс вх 112п) в % относительно ВП НЗ находится в допусковых пределах  $\tilde{\gamma}_{\text{ИК\_max}} = \pm 1,5 \%$ . В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.9 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям (виброскорости) корпуса, узлов и агрегатов ГТД

8.9.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа:

- 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.

8.9.2 Поверку электрической части ИК выполнить в следующей последовательности

8.9.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 16, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор СА71 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 6,3 В.

8.9.2.2 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК виброскорости корпуса, узлов и агрегатов ГТД установить значения в соответствии с таблицей 10.

8.9.2.3 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 СА-71 в вольтах в соответствии с таблицей 10.

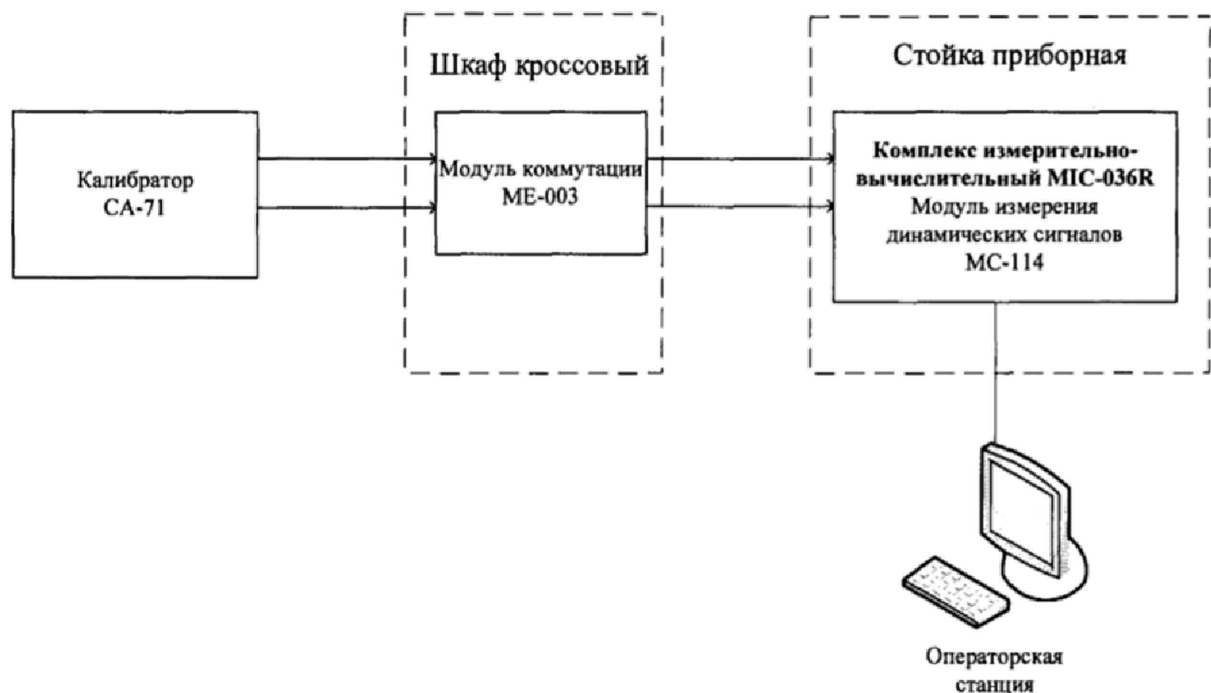


Рисунок 16 - Схема поверки ИК напряжения постоянного тока

Таблица 10 – Контрольные точки измерения напряжения постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения напряжения постоянного тока (В) в КТ, $x_k$
Напряжение постоянного тока (Параметры: V ПО; V ЗП; V ФК)	В	0	6,3	4	0; 2,1; 4,2; 6,3

При сборе данных для каждого ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.9.2.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом режиме определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик\_ди}$ , приведенную в % к ДИ ИК в автоматическом или расчетном режиме.

8.9.2.5 Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего виброскорости корпуса, узлов и агрегатов ГТД считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений  $\tilde{\gamma}_{ик\_max}$  для каждого ИК находится в допускаемых пределах  $\pm 0,1$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.10 Определение абсолютной погрешности измерений угловых положений РУД и и створок реактивного сопла с ПП сельсинного типа

8.10.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа:

- 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.

8.10.2 Поверку ИК выполнить в следующей последовательности

8.10.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 17, для чего ИС, квадрант оптический КО-10 и ПП закрепить на приспособлении № 6360-0324.

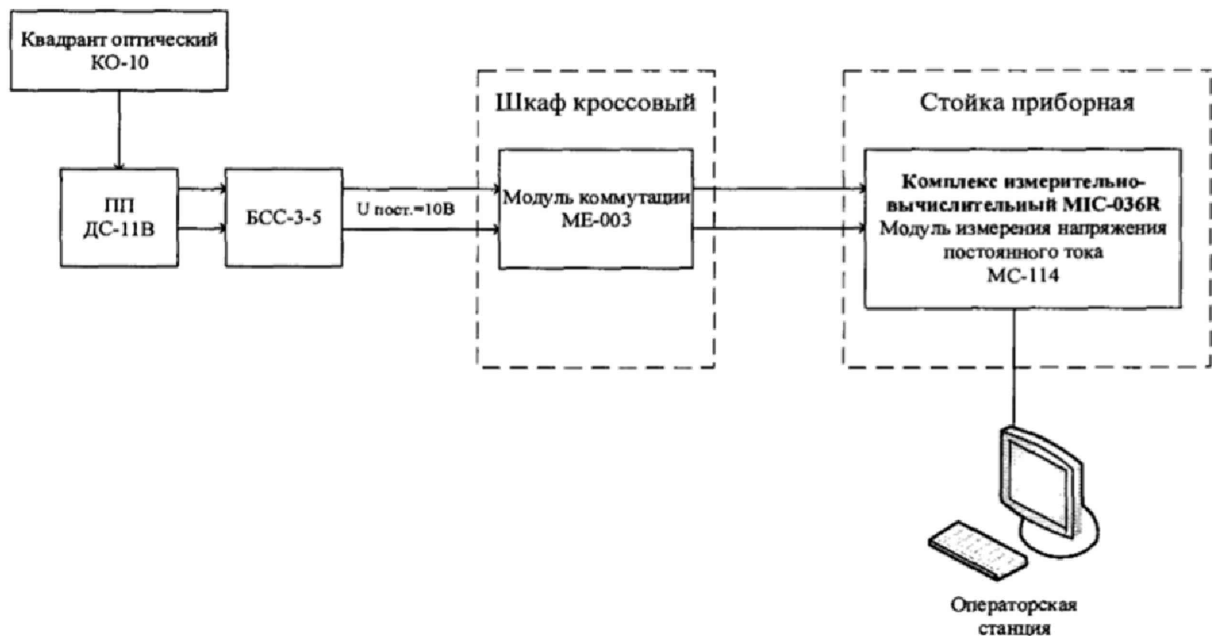


Рисунок 17 - Схема поверки ИК угловых положений РУД и створок реактивного сопла с ПП сельсинного типа

8.10.2.2 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для ИК угловых положений РУД с ПП сельсинного типа установить значения в соответствии с таблицей 11.

8.10.2.3 Используя программу «Recorder» для ИК угловых положений РУД и створок реактивного сопла с ПП сельсинного типа провести экспериментальные работы (исследования) по сбору данных для определения индивидуальной функции преобразования и максимальной погрешности измерений. Номинальные значения угловых положений РУД и створок реактивного сопла в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью КО-60М в единицах ( $^{\circ}$ ) измерений плоского угла в соответствии с таблицей 11.

При сборе данных выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

Таблица 11 – Контрольные точки измерения плоского угла

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения $^{\circ}$ пл. угла в КТ $x_k$
Положение РУД (Параметр: АРУД)	°	0	115	6	0; 25; 50; 75; 100; 115
Положение створок реактивного сопла (Параметр: F РС)		0	120	5	0; 30; 60; 90; 120



8.10.2.4 После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в автоматическом режиме определить в автоматическом или расчетном режиме максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик\_ДИ}$ , приведенную в % к ДИ.

8.10.3 Определить максимальную абсолютную погрешность ИК в пределах ДИ

$$\tilde{\Delta X}_{ик\_max} = \pm \frac{\tilde{\gamma}_{ик\_ДИ} \cdot (X_{ВПДИ} - X_{НПДИ})}{100\%}, \quad (6)$$

где  $\tilde{\Delta X}_{ик\_max}$  – максимальная абсолютная погрешность ИК в ° пл. угла;

$\tilde{\gamma}_{ик\_ДИ}$  – максимальное значение погрешности электрической части ИК, приведенное в % к ДИ;

$X_{ВПДИ}$  – ВП ДИ ИК в ° пл. угла по таблице 11;

$X_{НПДИ}$  – НП ДИ ИК в ° пл. угла по таблице 11.

8.10.4 Результаты поверки ИК угловых положений РУД и створок реактивного сопла с ПП сельсинного типа положительными, если максимальная абсолютная погрешность измерений  $\tilde{\Delta X}_{ик\_max}$  находится в допусках  $\pm 1,0^\circ$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.11 Определение относительной погрешности измерений силы от тяги

8.11.1 Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа:

- 1 этап – поверку ИК с целью определения погрешности измерений;
- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.11.2 Поверку ИК выполнить в следующей последовательности.

8.11.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 18.

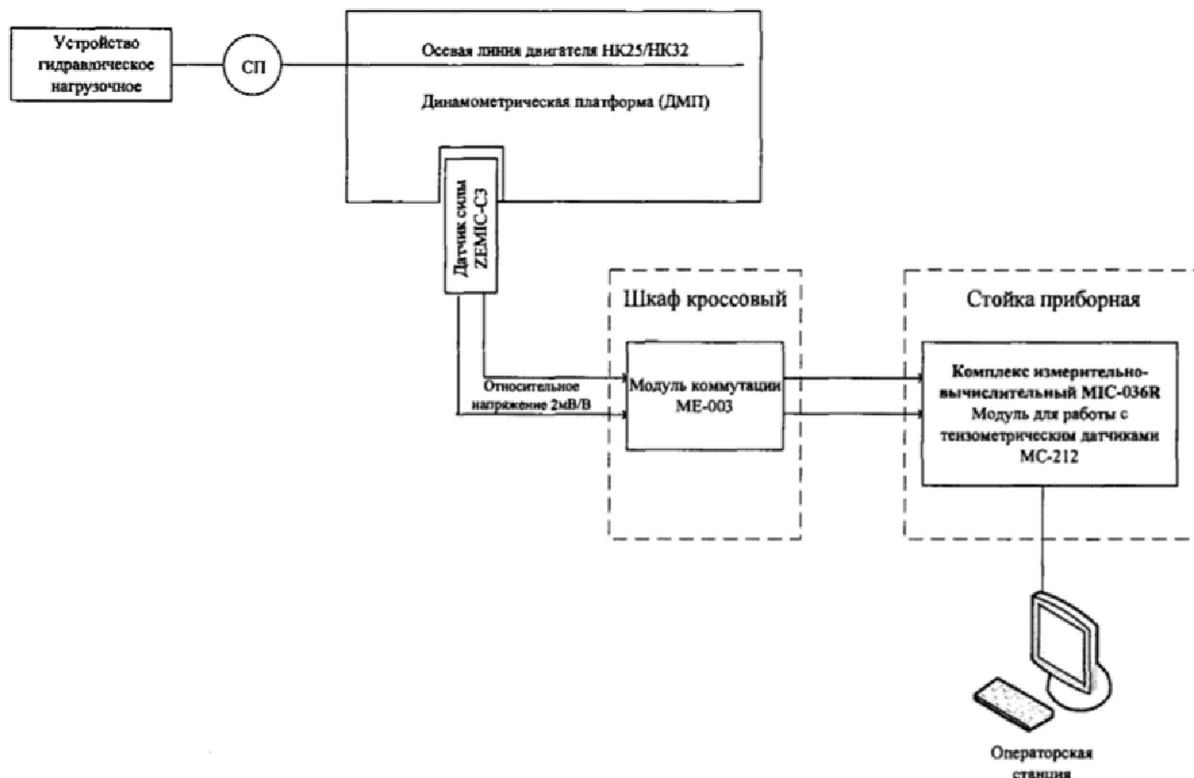


Рисунок 18 – Схема поверки ИК силы от тяги



8.11.2.2 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder».

8.11.2.3 Выполнить калибровку ИК силы установленной калибровочной силой (нагрузкой) равной  $R_{max}$ . Силу  $R_{max}$  устанавливать с помощью УГН (устройства гидравлического нагрузочного) по СП (образцовому динамометру).

8.11.2.4 Используя программу «Recorder», провести экспериментальные работы (исследования) по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения силы от тяги в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью СП (образцового динамометра) в соответствии с таблицей 12.

При сборе данных для каждого ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

Таблица 12 – Контрольные точки измерения силы от тяги

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ, $n$	Номинальные значения силы от тяги в КТ, $A_k$
Сила от тяги (Параметр: $R$ )	кгс	300	27000	14	0; 3000; 5000; 7500; 10000; 12000; 14000; 16000; 18000; 20000; 22000; 24000; 26000; 27000

8.11.2.5 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-ди}$ , приведенную в % к ДИ ИК, на диапазоне сил от 0 до  $0,5R_{max}$  и  $\tilde{\delta}_{ик-max}$  в % относительно ИЗ силы в КТ на диапазоне сил от  $0,5R_{max}$  до  $R_{max}$ .

8.11.2.6 Результаты поверки ИК силы от тяги считать положительными, если погрешности измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-ди}$  и  $\tilde{\delta}_{ик-max}$  находятся в допустимых пределах  $\pm 0,5\%$  от ДИ для  $R < 0,5 \cdot R_{max}$  и от ИЗ для  $R \geq 0,5 \cdot R_{max}$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.12 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений напряжения переменного трехфазного тока

8.12.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа:

- 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.

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

8.12.2.2 Для каждого ПП проверить свидетельство об определении МХ (калибровке). Свидетельство должно быть действующим.

8.12.2.3 Поверку электрической части ИК выполнить в следующей последовательности.

8.12.2.4 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 19, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор СА71 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 10 В.

8.12.2.5 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.

8.12.2.6 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 13 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора СА-71 в вольтах в соответствии с таблицей 13.

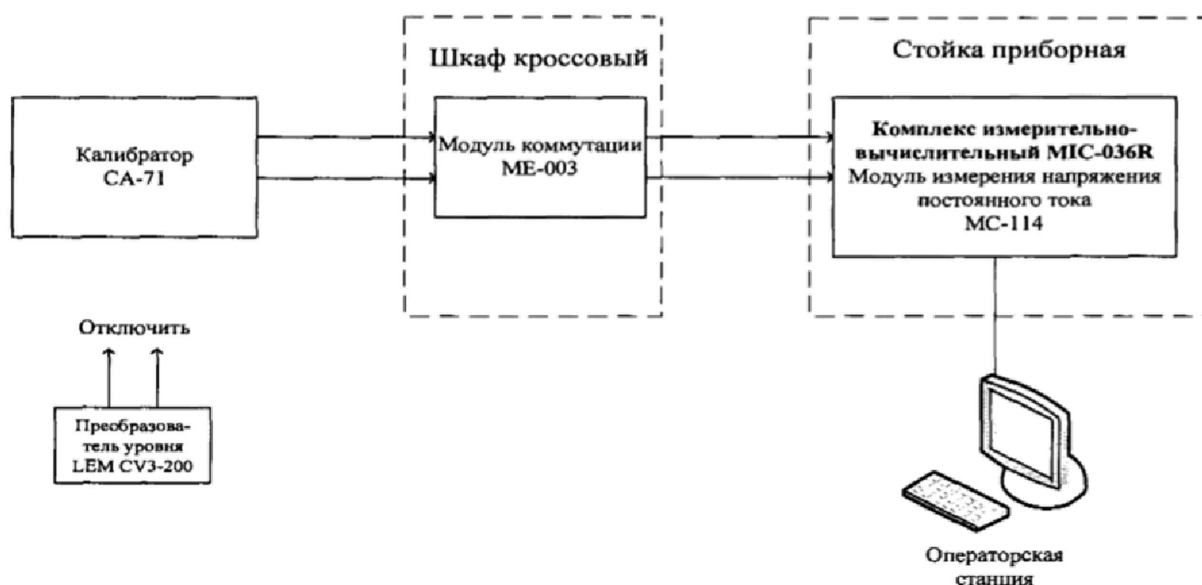


Рисунок 19 - Схема поверки ИК напряжения переменного тока

Таблица 13 – Контрольные точки измерения напряжения переменного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размер- токов	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	К оличество КТ на ДИ ИК, п	Но- минальные значения напряжения в КТ,	Но- минальные значения напряжения в КТ на вы- ходе ПП, $x_k$
Напряжение переменного тока (Параметры: $U1$ ГТ60; $U2$ ГТ60; $U3$ ГТ60; $U1$ ГТ120; $U2$ ГТ120; $U3$ ГТ120)			0	6	0; 40; 80; 120; 160; 200	0,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0

При сборе данных для каждого ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.12.2.7 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-ди}$ , приведенную в % к ДИ ИК.

8.12.2.8 Результаты поверки ИК напряжения переменного тока, считать положительными, если максимальное значение, суммарной с первичным преобразователем, погрешности измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-макс}$  для каждого ИК находится в допустимых пределах  $\pm 1,5\%$ . В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.13 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений частоты переменного тока

8.13.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа:

- 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.

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

8.13.2.2 Для каждого ПП проверить свидетельство об определении МХ (калибровке). Свидетельство должно быть действующим.

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

8.13.2.4 Поверку ИК частоты переменного трехфазного тока провести в следующей последовательности.

8.13.2.5 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 20, для чего на вход электрической части ИК, подключить генератор сигналов ГСС 93/1.

8.13.2.6 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения переменного тока установить значения в соответствии с таблицей 14.

8.13.2.7 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 14 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью генератора сигналов ГСС 93/1 в герцах в соответствии с таблицей 14.

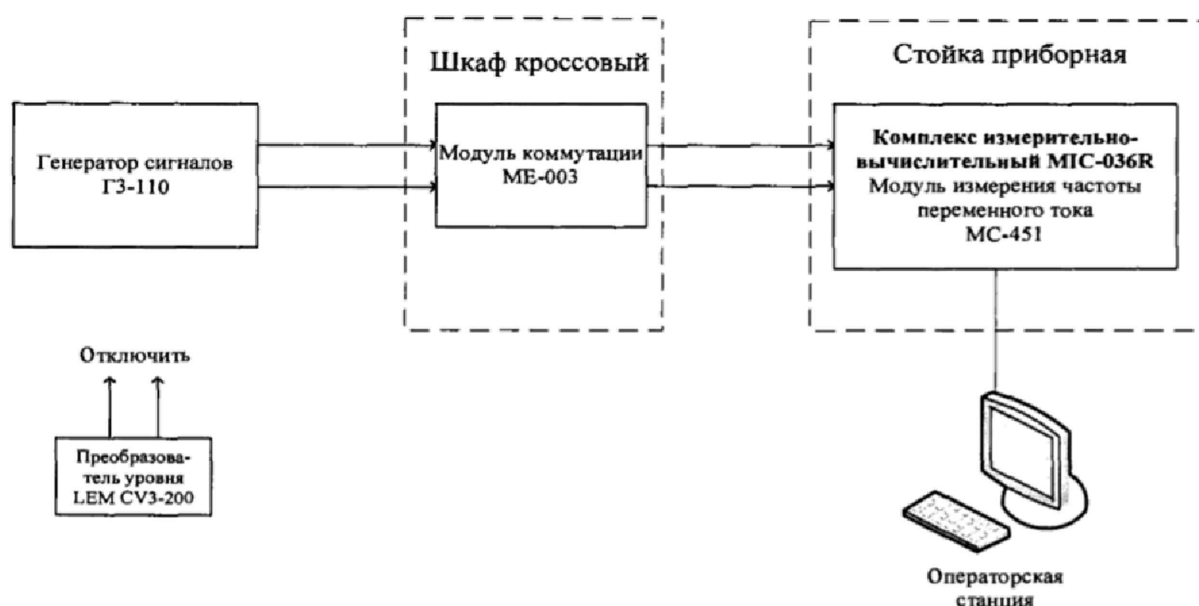


Рисунок 20 - Схема поверки ИК частоты переменного тока

Таблица 14 – Контрольные точки измерения 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 (Параметры: F1 IT60; F2 IT60; F3 IT60; F1 IT120; F2 IT120; F3 IT120)	Гц	0	500	6	0; 100; 200; 300; 400; 500

При сборе данных для каждого ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.13.2.8 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-ди}$ , приведенную в % к ДИ ИК.

8.13.2.9 Результаты поверки ИК частоты переменного тока, считать положительными, если максимальное значение, суммарной с первичным преобразователем, погрешности измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-макс}$  для каждого ИК находится в допускаемых пределах  $\pm 1,5\%$ . В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

#### 8.14 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений силы переменного тока

8.14.1 Поверку ИК выполнить в 3 этапа:

- 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.

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

8.14.2.2 Для контроля (оценки) состояния и МХ преобразователей ток-напряжение НАС и НАТ, а также преобразователей напряжение-напряжение провести калибровку указанных ПП в соответствии с документом «Датчики тока серии L. Методика поверки МП 57086 с изменением 1», утвержденной Заместителем начальника ФГУП «ВНИИМС» в сентябре 2015г.

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

8.14.2.4 Поверку электрической части ИК выполнить в следующей последовательности.

8.14.2.5 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 21, для чего на вход электрической части ИК, подключить калибратор СА71 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 10 В.

8.14.2.6 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения переменного тока установить значения в соответствии с таблицей 15.

8.14.2.7 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 15 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора СА-71 в вольтах в соответствии с таблицей 15.

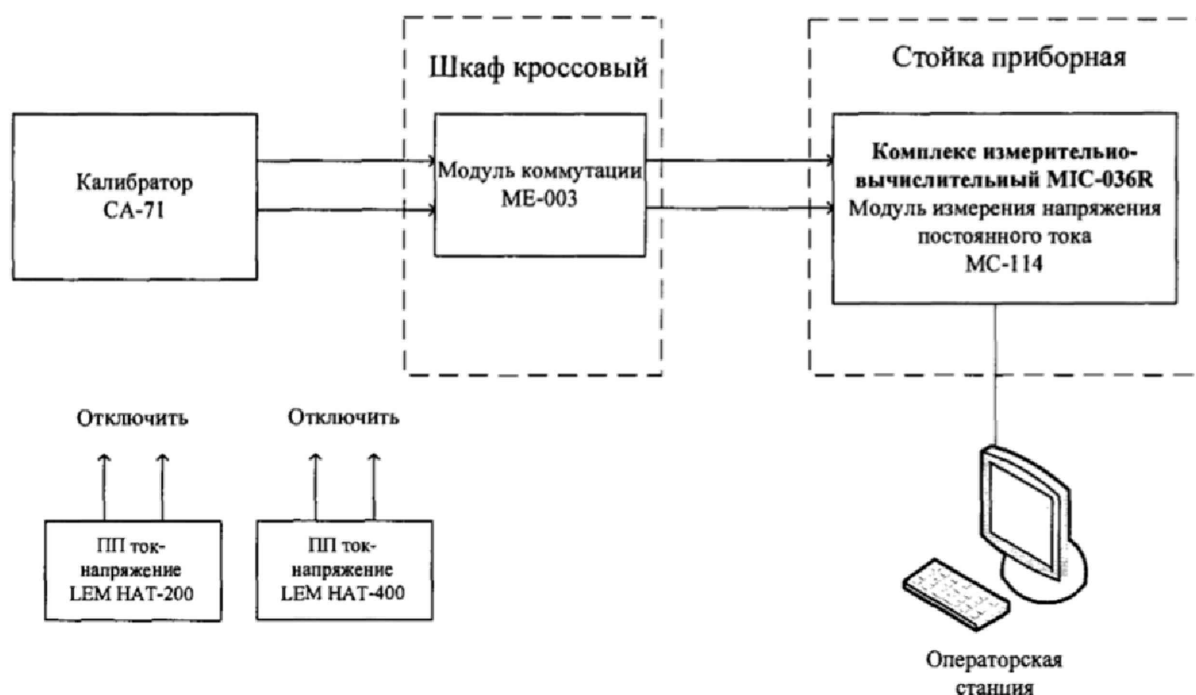


Рисунок 21 - Схема поверки ИК силы переменного тока

Таблица 15 – Контрольные точки измерения силы переменного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения тока в КТ	Номинальные значения напряжения в КТ, (В) на выходе ПП
						$x_k$
Сила переменного тока (Параметры: I1 ГТ60; I2 ГТ60; I3 ГТ60)	А	0	300	6	0; 60; 120; 180; 240; 300	0; 1,2; 2,4; 3,6; 4,8; 6
Сила переменного тока (Параметры: I1 ГТ120; I2 ГТ120; I3 ГТ120)		0	600	6	0; 120; 240; 360; 480; 600	0; 1,2; 2,4; 3,6; 4,8; 6

При сборе данных для каждого ИК выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.14.2.8 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-ди}$ , приведенную в % к ДИ ИК.

8.14.2.9 Результаты поверки ИК силы переменного тока, считать положительными, если максимальное значение, суммарной с первичным преобразователем, погрешности измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-max}$  для каждого ИК находится в допускаемых пределах  $\pm 1,5\%$ . В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 8.15 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений напряжения постоянного тока

8.15.1 Поверку ИК выполнить в 2 этапа:

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

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.15.2 Поверку ИК выполнить в следующей последовательности.

8.15.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 22, для чего на вход ИК вместо источников напряжения постоянного тока подключить калибратор сигналов СА71 в режиме генерирования напряжения постоянного тока от 0 до 30 В.

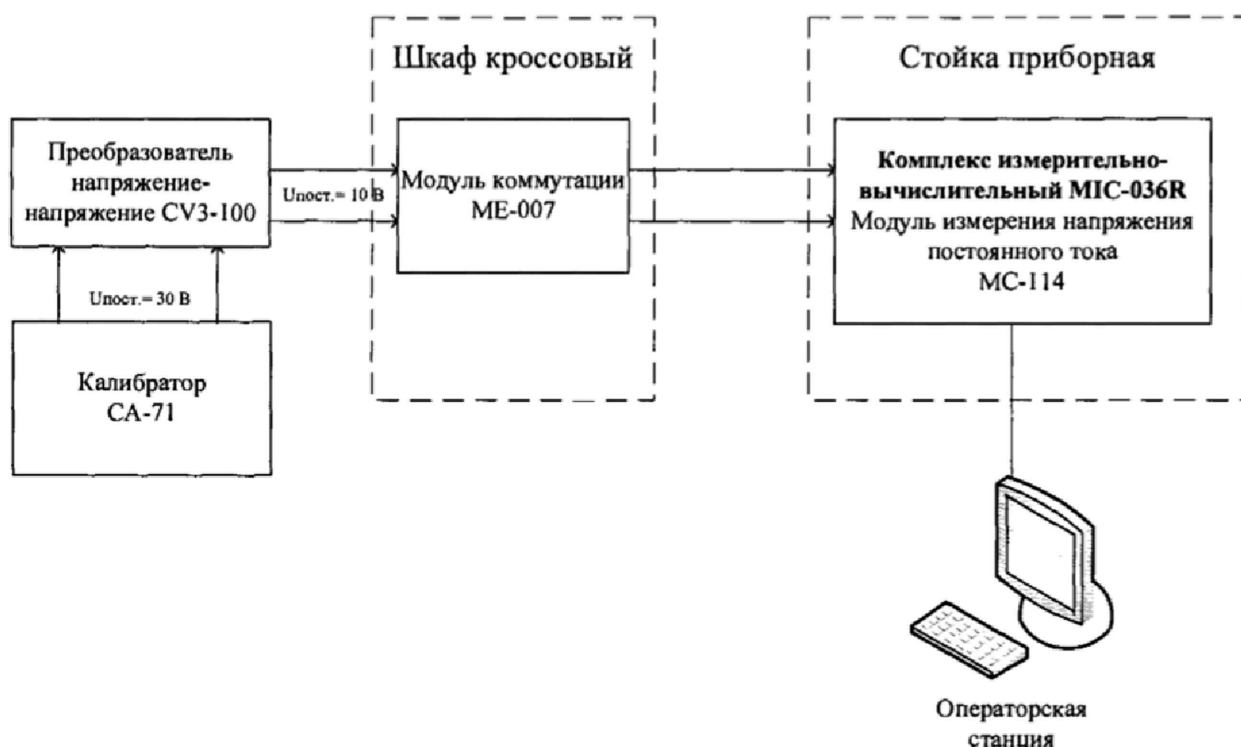


Рисунок 22 - Схема поверки ИК напряжения постоянного тока

8.15.2.2 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для каждого ИК напряжения постоянного тока установить значения в соответствии с таблицей 16.

8.15.2.3 Используя программу «Recorder», поочередно для всех указанных в таблице 16 ИК провести экспериментальные работы (исследования) по сбору данных для определения индивидуальной функции преобразования и максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения постоянного тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерений напряжений, В, в соответствии с таблицей 16. При сборе данных выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

Таблица 16 – Контрольные точки измерения напряжения постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения напряжения постоянного тока в КТ, $x_k$
Напряжение постоянного тока (Параметры: УГСБК18; УГСП20-1; УГСП20-2)	В	0	30	6	0; 10; 15; 20; 25; 30
Напряжение постоянного тока (Параметр: УДАТ8С)		0	10	6	0; 2; 4; 6; 8; 10

8.15.2.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить индивидуальную функцию преобразования ИК, максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-ДИ}$ , приведенную в % к ДИ.

8.15.2.5 Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений  $\tilde{\gamma}_{ик-max}$  находится в допустимых пределах  $\pm 2,0$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.16 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений силы постоянного тока

8.16.1 Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа:

- 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.

8.16.2 Для контроля (оценки) состояния и МХ преобразователей ток-напряжение НАS и НАТ провести калибровку указанных ПП в соответствии с документом «Датчики тока серии L. Методика поверки МП 57086 с изменением 1», утвержденной Заместителем начальника ФГУП «ВНИИМС» в сентябре 2015г.

8.16.3 Поверку электрической части ИК силы постоянного тока выполнить в следующей последовательности.

8.16.3.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 23, для чего к клеммам подключения кабеля ИК к ПП подключить калибратор электрических сигналов СА71 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 10 В.

8.16.3.2 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для каждого ИК силы постоянного тока установить значения в соответствии с таблицей 17.



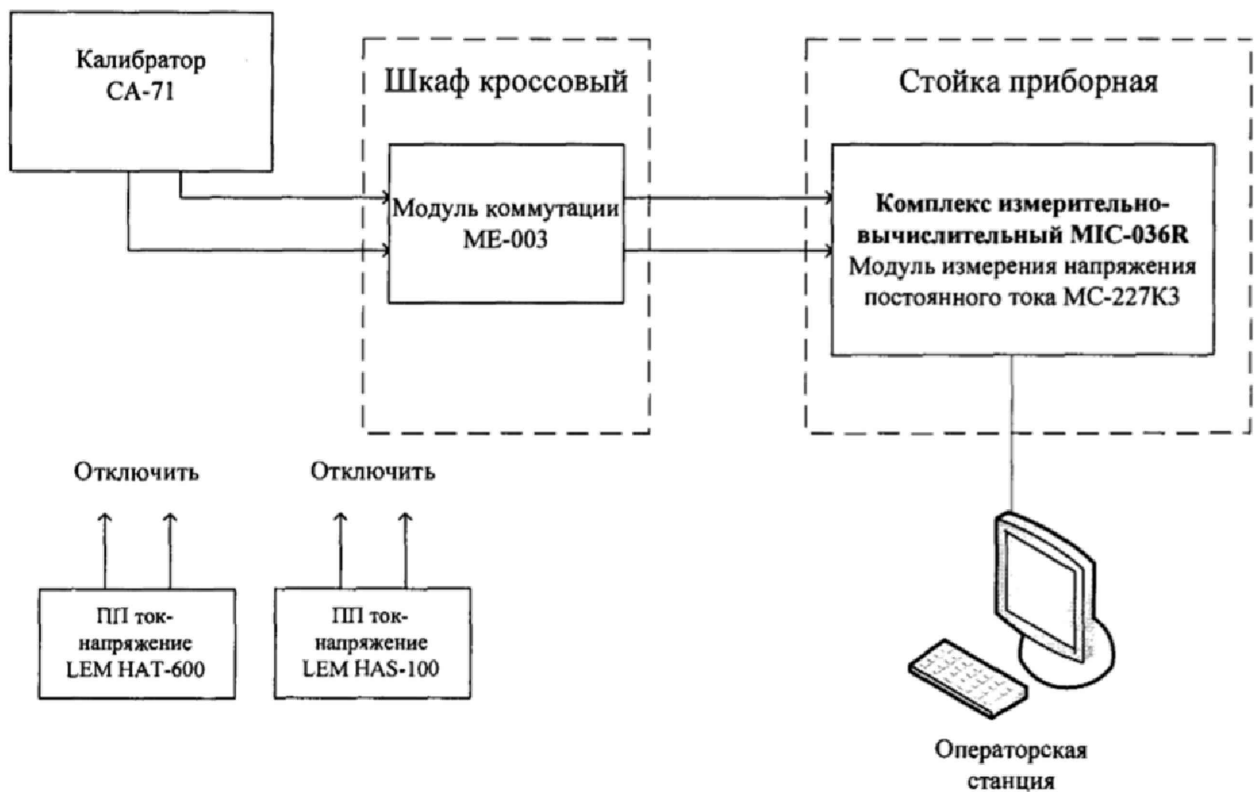


Рисунок 23 - Схема поверки электрической части ИК силы постоянного тока

8.16.3.3 Используя программу «Recorder», поочередно для электрической части всех указанных в таблице 17 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения силы тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в вольтах.

8.16.3.4 После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в автоматическом режиме для каждого ИК определить индивидуальную функцию преобразования, максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{эч.ик-ДИ}$ , приведенную в % к ДИ.

Таблица 17 – Контрольные точки измерения силы постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения силы постоянного тока в КТ,	Номинальные напряжения на выходе ПП (В) $x_k$
Сила постоянного тока (Параметры: IГСБК18; IГСП20-1; IГСП20-2)	кА	0	1,5	5	0,0; 0,375; 0,75; 1,125; 1,5	0; 2,5; 5; 7,5; 10
Сила постоянного тока (Параметр: IОВ)	А	0	50	6	0; 10; 20; 30; 40; 50	0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2

8.16.4 Определить максимальную погрешность ИК силы постоянного тока

$$\tilde{\gamma}_{ик\_max} = \pm (\gamma_{нп\_ди} + \tilde{\gamma}_{эч.ик\_ди}), \quad (7)$$

где  $\tilde{\gamma}_{ик\_max}$  – максимальное значение погрешности ИК, приведенное в % к ДИ;

$\gamma_{нп\_ди}$  – максимальное значение погрешности ИК, приведенное в % к ДИ, по паспортным данным;



$\tilde{\gamma}_{э.ик\_дп}$  - максимальное значение погрешности электрической части ИК, приведенное в % к ДИ.

8.16.5 Результаты поверки ИК силы постоянного тока считать положительными если:

- ИП поверен, имеет действительное свидетельство о поверке, и его максимальная погрешность измерений находится в допусках пределах;
- максимальное значение погрешности ИК  $\tilde{\gamma}_{ик\_max}$ , приведенное в % ДИ, находится в допусках пределах  $\pm 2,0 \%$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.17 Определение приведенной к ДИ погрешности измерений силы постоянного тока датчиков ДПИ

8.17.1 Поверку ИК провести в 2 этапа:

- 1 этап – поверку ИК с целью определение погрешности измерений;
- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

8.17.2 Поверку ИК выполнить в следующей последовательности

8.17.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 24, для чего на вход ИК подключить калибратор сигналов СА71 в режиме воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 300 мкА.

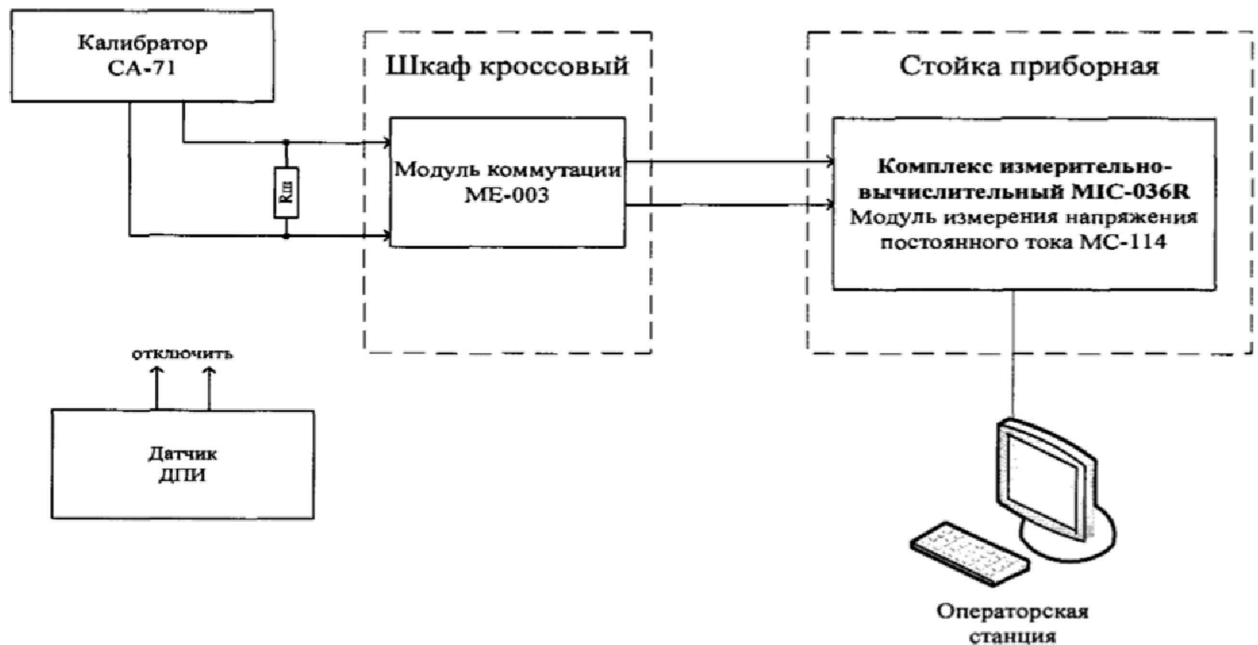


Рисунок 24 – Схема поверки ИК тока датчиков ДПИ

Таблица 18 – Контрольные точки измерения силы тока датчиков ДПИ

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения силы постоянного тока в КТ, $x_k$
Сила тока датчиков ДПИ (Параметры: $I_{ДПИ1}$ ; $I_{ДПИ2}$ )	мкА	0	300	7	0; 50; 100; 150; 200; 250; 300

8.17.2.2 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для каждого ИК силы тока датчиков ДПИ установить значения в соответствии с таблицей 18.

8.17.2.3 Используя программу «Recorder», поочередно для всех указанных в таблице 18 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения силы постоянного тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерений силы тока, мкА, в соответствии с таблицей 18.

При сборе данных выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

8.17.2.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом режиме определить индивидуальную функцию преобразования ИК, максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{ик\_ДИ}$ , приведенную в % к ДИ.

8.17.3 Результаты поверки ИК силы тока датчиков ДПИ считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений  $\tilde{\gamma}_{ик\_max}$  находится в допустимых пределах  $\pm 3,0\%$ . В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 8.18 Определение абсолютной погрешности измерений температуры и влажности окружающего воздуха

8.18.1 Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа:

- 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.

8.18.2 Поверку ИК выполнить в следующей последовательности

8.18.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 25, для чего на вход ИК подключить калибратор сигналов СА71 в режиме воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 24 мА.

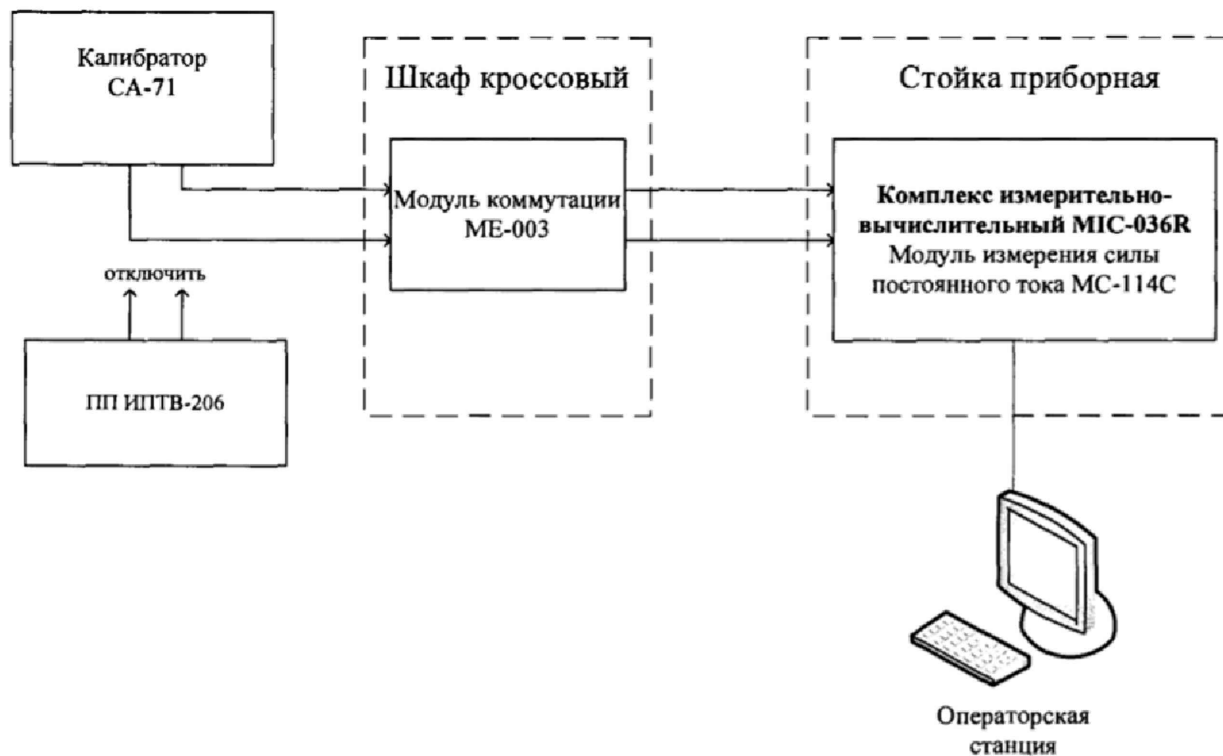


Рисунок 25 – Схема поверки ИК температуры и влажности атмосферного воздуха

8.18.2.2 Включить питание АИИС и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и с ее помощью для каждого ИК силы тока датчиков ДПИ установить значения в соответствии с таблицей 19.

8.18.2.3 Используя программу «Recorder», поочередно для всех указанных в таблице 19 ИК провести экспериментальные работы (исследования) по сбору данных для определения индивидуальной функции преобразования и максимальной погрешности измерений. Номинальные значения силы постоянного тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерений силы тока, мкА, в соответствии с таблицей 19. При сборе данных выполнить не менее 3 (трех) циклов измерений.

Таблица 19 – Контрольные точки измерения температуры и влажности атмосферного воздуха

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения измеряемого параметра в КТ	Номинальные значения силы постоянного тока в КТ (мА), $x_k$
Температура атмосферного воздуха (Параметр: $th$ )	°С	минус 25	25	11	-25; -20; -15; -10; -5; 0; 5; 10; 15; 20; 25	5,6; 6,13; 6,67; 7,2; 7,73; 8,27; 8,8; 9,33; 9,87; 10,4; 10,93
Влажность атмосферного воздуха (Параметр: $\phi$ )	%	5	98	6	5; 23,6; 42,2; 60,8; 76,4; 98	4,8; 7,78; 10,75; 13,73; 16,22; 19,68

8.18.3 После завершения сбора данных с помощью программы «Recorder» в автоматическом режиме для каждого ИК определить индивидуальную функцию преобразования, максимальную погрешность измерений  $\tilde{\gamma}_{эч.ик\_ди}$ , приведенную в % к ДИ.

8.18.4 Определить максимальную погрешность ИК температуры и влажности атмосферного воздуха

$$\tilde{\gamma}_{ик\_max} = \pm (\gamma_{пп\_ди} + \tilde{\gamma}_{эч.ик\_ди}), \quad (8)$$

где  $\tilde{\gamma}_{ик\_max}$  – максимальное значение погрешности ИК, приведенное в % к ДИ;

$\gamma_{пп\_ди}$  – максимальное значение погрешности ИК, приведенное в % к ДИ, по паспортным данным;

$\tilde{\gamma}_{эч.ик\_ди}$  – максимальное значение погрешности электрической части ИК, приведенное в % к ДИ.

8.18.5 Определить максимальную абсолютную погрешность ИК в пределах ДИ

$$\tilde{\Delta X}_{ик\_max} = \pm \frac{\tilde{\gamma}_{ик\_max} \cdot (X_{ВПДИ} - X_{НПДИ})}{100\%}, \quad (9)$$

где  $\tilde{\Delta X}_{ик\_max}$  – максимальная абсолютная погрешность ИК;

$\tilde{\gamma}_{ик\_max}$  – максимальное значение погрешности ИК, приведенное в % к ДИ;

$X_{ВПДИ}$  – ВП ДИ ИК в °С,% по таблице 19;

$X_{НПДИ}$  – НП ДИ ИК в °С,% по таблице 19.

8.18.6 Результаты поверки ИК силы постоянного тока считать положительными если:

– ПП (преобразователь ИПТВ) поверен, имеет действительное свидетельство о поверке, и его максимальная погрешность измерений находится в допускаемых пределах;

– максимальное значение погрешности ИК  $\tilde{\gamma}_{ик-мак}$ , приведенное в % ДИ, находится в допускаемых пределах  $\pm 2,5$  % для влажности атмосферного воздуха и максимальное значение абсолютной погрешности находится в допускаемых пределах  $\pm 0,5$  °С для температуры окружающего воздуха.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 9.1 Расчет характеристик погрешности

Среднее арифметическое значение измеряемой величины в  $j$ -той точке проверки определить по формуле:

$$A_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (10)$$

где  $n$  – количество измерений в  $j$ -той точке проверки;

$m$  – количество точек проверки;

$a_i$  – индицируемые системой значения физической величины в  $j$ -ой точке проверки.

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

$$\Delta A_j = A_j - A_э, \quad (11)$$

где  $A_э$  – значение физической величины, установленное рабочим эталоном.

### 9.2 Расчет значения приведенной (к ДИ) погрешности

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

$$\gamma_j = \frac{\Delta A_j}{|P_j - P_i|} \cdot 100 \%, \quad (12)$$

где  $P_j$  – значение верхнего предела измерений;

$P_i$  – значение нижнего предела измерений.

## 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.

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

Ведущий инженер  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



С.Н. Чурилов

Приложение А  
(справочное)  
Форма протокола поверки при расчетном способе поверки

## ПРОТОКОЛ

### Результаты замеров поверяемых каналов АИИС АСИД-ПК 06/01 НК25/32

Таблица А1 – (наименование измеряемого параметра)

Наименование параметра	Значение параметра					
Номинальные значения параметра						
Измеренные значения параметра первого канала						
Измеренные значения параметра второго канала						
Измеренные значения параметра третьего канала						

Максимальное значение относительной погрешности, отнесенной к диапазона измерений, первого канала: \_\_\_\_\_ %

Максимальное значение относительной погрешности, отнесенной к диапазона измерений, второго канала: \_\_\_\_\_ %

Максимальное значение относительной погрешности, отнесенной к диапазона измерений, третьего канала: \_\_\_\_\_ %

Таблица А2 – (наименование измеряемого параметра)

Наименование параметра	Значение параметра					
Номинальные значения параметра						
Измеренные значения параметра первого канала						
Измеренные значения параметра второго канала						

Максимальное значение относительной погрешности, отнесенной к диапазона измерений, первого канала: \_\_\_\_\_ %

Максимальное значение относительной погрешности, отнесенной к диапазона измерений, второго канала: \_\_\_\_\_ %

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

S - оценка систематической составляющей погрешности, A - оценка случайной составляющей погрешности, H - оценка вариации, Dm - оценка погрешности (максимум).

Dг - относительная погрешность.

**Канал №1**

Эталон	Измерено	S	A	Dm	Dг %

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	S	A	Dm	Dг %

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, Dг - относительная погрешность, NI - оценка нелинейности.

	Канал	De, %	Dг, %	NI, dB
	Максимум			

**Допусковый контроль**

Допустимое значение приведенной погрешности: %.

	Канал	SN	Результат

Поверку провел (а) \_\_\_\_\_

Приложение В  
(справочное)  
Метрологические характеристики АИИС

Метрологические характеристики (МХ) АИИС приведены в таблицах В1...В13.

Таблица В1 – МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующей частоте вращения роторов

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора низкого давления в диапазоне от 200 до 6000 об/мин (Параметр: Nнд)	от 2,73 до 81,82 Гц	± 0,15 % от ВП (ВП – верхний предел диапазона измерений)
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора среднего давления в диапазоне от 400 до 8000 об/мин (Параметр: Nсд)	от 3,33 до 66,67 Гц	
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора высокого давления в диапазоне от 400 до 10000 об/мин (Параметр: Nвд)	от 3,1 до 77,53 Гц	
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора низкого давления в диапазоне от 100 до 6000 об/мин (Параметр: Nнд1)	от 42,66 до 2560 Гц	
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора среднего давления в диапазоне от 100 до 8000 об/мин (Параметр: Nсд1)	от 20 до 1600 Гц	
Частота периодического сигнала, соответствующая частоте вращения вала компрессора высокого давления в диапазоне от 100 до 10000 об/мин (Параметр: Nвд1)	от 62,67 до 6268,81 Гц	

Таблица В2 – МХ ИК расхода топлива (керосина), расхода (прокачки) рабочей жидкости и расхода (прокачки) масла

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Расход (массовый) топлива (керосина) (Параметры: GтМ1; GтМ2)	от 600 <sup>1)</sup> до 70000 <sup>2)</sup> кг/ч	± 0,5 % от ДИ для $G < 0,5 \cdot G_{max}$ и от ИЗ для $G \geq 0,5 \cdot G_{max}$
Расход (прокачка) рабочей жидкости (Параметр: q89Д; q103-1(q112л); q103-2(q112п))	от 18 до 150 л/мин	± 1,0 % от ДИ
Расход (прокачка) масла (Параметр: qОТ)	от 12 до 60 л/мин (от 9,8 до 49,2 кг/мин <sup>3)</sup> )	± 3,0 % от ДИ
Расход (прокачка) масла (Параметр: qИЗД)	от 18 до 150 л/мин (от 14,8 до 123,0 кг/мин <sup>3)</sup> )	

<sup>1)</sup> – при плотности топлива (керосина) 0,77 г/см<sup>3</sup>;

<sup>2)</sup> – при плотности топлива (керосина) 0,81 г/см<sup>3</sup>;

<sup>3)</sup> – при плотности масла 0,82 г/см<sup>3</sup>;

Таблица В3 – МХ ИК избыточного давления (разрежения) и перепада давления жидких и газообразных сред

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Разрежение газообразных сред (Параметры: Р МК1; Р МК2; Р МК3; Р МК4; Р МК5; Р МК6; DP БО)	от минус 19,62 до 0 кПа (от минус 0,2 до 0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,4 % от ДИ
Разрежение газообразных сред (Параметр: DP БОКС)	от минус 1,962 до 0,0 кПа (от минус 0,025 до 0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,4 % от ДИ
Разрежение и избыточное давление газообразных сред (Параметры: Рв ОСС; Р2П; Рв СО; Рв ПрО; Рв ВН)	от минус 58,840 до 147,099 кПа (от минус 0,6 до 1,5 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,3 % от ДИ
Избыточное давление жидких и газообразных сред (Параметры: Рвых КРВНА; Рвх 89Д; Рт вх ИЗД; Рсуф ОТ; Р ДПС; Р21)	от 0 до 0,392 МПа (от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,3 % от ДИ
Избыточное давление жидких и газообразных сред (Параметры: Рм вх; Рв вых РК; Рм вх ИЗД; Рм вых ИЗД; Рм вх ОТ; Рм вых ОТ; Рв вх ШН; Рв вых ШН; Рвх 103-1(Р вх 112л); Рвх 103-2(Р вх 112п); Рвх ВПТ(Рвх ТСВ))	от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,3 % от ДИ
Избыточное давление жидких и газообразных сред (Параметры: Рв вх ША; Рв вых ША; Рт ВП; Рм КОНС)	от 0 до 0,981 МПа (от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,3 % от ДИ
Избыточное давление газообразных сред (Параметр: Рт ком 2-11)	от 0 до 1,569 МПа (от 0 до 16,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,3 % от ДИ
Избыточное давление газообразных сред (Параметр: Рр)	от 0 до 2,452 МПа (от 0 до 25,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,3 % от ДИ
Избыточное давление газообразных сред (Параметры: Рв РСФ; Рв КС)	от 0 до 3,923 МПа (от 0 до 40,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,3 % от ДИ
Избыточное давление жидких сред (Параметры: Рт ОКС; Рт 1ФК; Рт 2ФК; Рт 3ФК; Рт 4ФК; Рт 5ФК; Рт РСОПЛ)	от 0 до 9,807 МПа (от 0 до 100,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,3 % от ДИ
Избыточное давление жидких сред (Параметры: Рвых 89Д; Рвых 103-1(Рвых 112л); Рвых 103-2(Рвых 112п))	от 0 до 29,42 МПа (от 0 до 300,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,3 % от ДИ
Перепад (разность) давления жидких сред (Параметр: ΔРтд)	от 0 до 1,142 МПа (от 0 до 12,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,5 % от ДИ

Таблица В4 – МХ ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) и ХА(К)

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Напряжение постоянного тока, соответствующее среднему значению температуры газов от 0 до 900 °С, в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА(К) (Параметр: t*58(1); t*58(2))	от 0 до 37,326 мВ	± 0,1 % от ДИ
Напряжение постоянного тока, соответствующее значению температуры воздуха от 0 до 600 °С, в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) (Параметры: t*2 ВД1; t*2 ВД2; t*2 ВД3; t*2 ВД4; t*2 ВД5; t*2 ВД6; tв вых ДПВ)	от 0 до 49,108 мВ	± 0,15 % от ДИ
Напряжение постоянного тока, соответствующее значению температуры воздуха от 0 до 400 °С, в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) (Параметр: tв вых ВВР)	от 0 до 31,492 мВ	± 0,25 % от ДИ
Напряжение постоянного тока, соответствующее значению температуры воздуха от 0 до 250 °С, в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК(L) (Параметр: tп ПО; tп СО; tп ПрО)	от 0 до 18,642 мВ	± 0,25 % от ДИ

Таблица В5 – МХ ИК температуры жидких и газообразных сред с ПП терморезистивного типа (термометрами сопротивления)

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Температура газообразных сред (Параметры: t*1-1; t*1-2; t*1-3; t*1-4; t*1-5; t*1-6)	от 223 до 323 К (от минус 50 до 50 °С)	± 1,0 °С
Температура жидких сред (Параметр: tт вх ИЗД)	от 223 до 323 К (от минус 50 до 50 °С)	± 1,0 % от ДИ
Температуры воздуха (Параметр: tв вх ВПП(tв вх ТСВ))	от 273 до 523 К (от 0 до 250 °С)	± 0,4 % от ДИ
Температура жидких сред (Параметры: tм вх ИЗД; tм вых ИЗД; tм вых ОТ; tт вых ТТМ; tгс вх 89Д; tгс вх 103-1(tгс вх 112л); tгс вх 103-2(tгс вх 112п))	от 233 до 523 К (от минус 40 до 250 °С)	± 1,5 % от ДИ

Таблица В6 – МХ ИК напряжения постоянного тока соответствующего значениям виброскорости корпуса, узлов и агрегатов ГТД

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Напряжения постоянного тока соответствующего значениям виброскорости узлов и агрегатов (Параметры: V ПО; V ЗП; V ФК)	от 0 до 6,3 В	± 0,1 % от ДИ

Таблица В7 – МХ ИК угловых положений РУД и створок реактивного сопла с ПП сельсинного типа

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Положение РУД (Параметр: АРУД)	от 0 до 115°	± 1°
Положение створок реактивного сопла (Параметр: F PC)	от 0 до 120°	± 1°

Таблица В8 – МХ ИК силы от тяги

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Сила от тяги (Параметр: R)	от 0 до 264600 Н (от 0 до 27000 кгс)	± 0,5 % от ДИ для R < 0,5·Rmax и от ИЗ для R ≥ 0,5·Rmax

Таблица В9 – МХ ИК напряжения, силы и частоты переменного трехфазного тока

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Фазное напряжение генераторов (Параметры: U1 ГТ60; U2 ГТ60; U3 ГТ60; U1 ГТ120; U2 ГТ120; U3 ГТ120)	от 0 до 200 В	± 1,5 % от ДИ
Сила тока генераторов (Параметры: I1 ГТ60; I2 ГТ60; I3 ГТ60)	от 0 до 300 А	± 1,5 % от ДИ
Сила тока генераторов (Параметры: I1 ГТ120; I2 ГТ120; I3 ГТ120)	от 0 до 600 А	± 1,5 % от ДИ
Частота переменного напряжения генераторов (Параметры: F1ГТ60; F2ГТ60; F3ГТ60; F1ГТ120; F2ГТ120; F3ГТ120)	от 0 до 500 Гц	± 1,5 % от ДИ

Таблица В10 – МХ ИК напряжения постоянного тока

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Напряжение постоянного тока (Параметры: U ГСБК18; U ГСР20-1; U ГСР20-2)	от 0 до 30 В	± 2,0 % от ДИ
Напряжение постоянного тока (Параметр: U ДАТ8С)	от 0 до 10 В	± 2,0 % от ДИ

Таблица В11 – МХ ИК силы постоянного тока

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Сила постоянного тока (Параметры: I ГСБК18; I ГСР20-1; I ГСР20-2)	от 0 до 1,5 кА	± 2,0 % от ДИ
Сила постоянного тока (Параметр: I ОВ1; I ОВ2)	от 0 до 50 А	± 2,0 % от ДИ

Таблица В12 – МХ ИК силы постоянного тока датчиков ДПИ

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
--	--------------------	---------------------------------

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Сила тока датчиков ДПИ (Параметры: I ДПИ1; I ДПИ2)	от 0 до 300 мкА	$\pm 3,0$ % от ДИ

Таблица В13 – МХ ИК температуры и влажности атмосферного воздуха

Наименование параметра ИК (обозначение измеряемого параметра ГТД)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Температура атмосферного воздуха (Параметр: th)	от минус 25 до 25 °С	$\pm 0,5$ °С
Относительная влажность атмосферного воздуха (Параметр: φ)	от 5 до 98 %	$\pm 3,5$ %