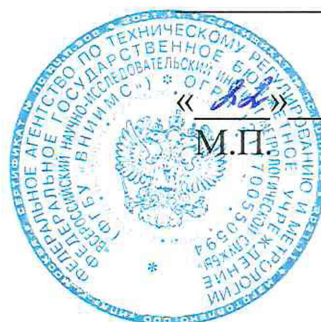


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по управлению качеством  
ФГБУ «ВНИИМС»

*Сатан* А.А. Сатановский



2022 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ВРАЩАЮЩЕГОСЯ  
ОБЪЕКТА ИСПЫТАНИЙ (СПИИ)

Методика поверки

ЛАСУ.421413.482.20.000МП

г. Москва  
2022 г.

## Содержание

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ.....	5
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПОВЕРКИ .....	7
4	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ .....	8
5	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	10
6	ВНЕШНИЙ ОСМОТР .....	11
7	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	12
8	ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	17
9	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	18
10	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	36
11	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	37
	Приложение А .....	38
	Приложение Б .....	39
	Приложение В .....	44

## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

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

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) разработана в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга №2907 от 28.08.2020 г. и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок измерительных каналов (ИК) системы передачи измерительной информации с вращающегося объекта испытаний (СПИИ) (далее по тексту – СПИИ), производства ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)». СПИИ предназначена для измерения силы постоянного тока, сопротивления постоянному току, напряжения постоянного тока, частоты периодического сигнала, температуры бесконтактным методом а также для сбора, преобразования, регистрации, обработки визуального отображения и архивирования измерительной информации на разгонном стенде ИИ4161 (PM-6) АО «ЦНИИмаш»).

1.2 СПИИ включает в себя 6 типов ИК из них:

1.2.1 Два ИК предназначенные для измерений в различных диапазонах физических величин :

– ИК температуры бесконтактным способом состоящий из первичного преобразователя температуры (пирометра «Кельвин Арто») и электрической части, где сила постоянного тока от ПП измеряется с пересчетом в единицы измерения температуры по индивидуальной функции преобразования.

– ИК частоты периодического сигнала, состоящий из первичных преобразователей периодического сигнала и электрической части, где частота периодического сигнала, измеряется первичным преобразователем передается в электрическую часть ИК и пересчитывается в единицы физической величины об/мин (BF).

1.2.2 Три ИК измерений физических величин, состоящих только из канала измерений электрических параметров с последующим пересчетом в единицы измеряемой величины по индивидуальной функции преобразования:

– ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей (BTt);

– ИК сопротивления постоянному току, соответствующему значениям температуры в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления (BTR);

– ИК напряжения постоянного тока (Btenzo);

– ИК частоты периодического сигнала соответствующего значениям частоты вращения (BF1).

1.3 Настоящая МП устанавливает два способа определения МХ ИК СПИИ – комплектно и поэлементно.

1.4 При поэлементной поверке МХ ИК определяются и оцениваются по двум измерительным компонентам – ПП и ЭЧ ИК.

1.5 ИК, поверяемый комплектным способом, при замене в его составе по любым основаниям в интервале между поверками измерительного(ых) компонента(ов), включая ПП, подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

1.6 Измерительные компоненты в составе ИК, поверяемого комплектным способом, отдельной поверке не подлежат и поверяются только в составе всего ИК.

1.7 Для ИК, поверяемых поэлементно, при замене в интервале между периодическими поверками любого из измерительных компонентов, остальные компоненты внеочередной поверке не подлежат. Если под измерительным компонентом подразумевается ЭЧ ИК, то в случае замены в её составе любого метрологически значимого элемента/компонента внеочередной поверке подлежит вся ЭЧ ИК.

1.8 При замене многоканального (входящего в состав двух и более ИК) измерительного компонента внеочередной поверке подлежат все ИК (или все ЭЧ ИК), в состав которых входит данный измерительный компонент.

1.9 Внеочередная поверка одного или нескольких ИК не отменяет их очередную периодическую поверку.

1.10 Первичная поверка СПИИ выполняется в полном объеме ИК. Периодическую поверку допускается выполнять частично, только для ИК, соответствующих текущей или предстоящей программе измерений параметров изделия.

1.11 Поверка ИК по настоящей МП может быть выполнена на договорной основе сторонней организацией, аккредитованной в установленном порядке на право проведения поверки СИ.

1.12 Обеспечена прослеживаемость ИК СПИИ к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2001, к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91, к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022, к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014, к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020.

1.13 При периодической поверке допускается выполнять поверку для выборочного количества измерительных каналов СПИИ. Типы, коммутация входов и количество измерительных каналов, подлежащих периодической поверке, определяются собственником СПИИ, перечисляются в перечне ИК подлежащих периодической поверке по форме Приложения А.

1.14 Первичная поверка выполняется в следующих случаях: при вводе в эксплуатацию, после ремонта средств измерений (СИ), входящих в состав измерительных каналов (ИК), после изменения коммутации входов ИК, после ремонта или замены связующих компонентов.

1.15 Методика может изменяться и дополняться в установленном порядке.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

## 2.1 Операции поверки в соответствии с таблицей (Таблица 1).

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	№ раздела МП	Необходимость проведения операции при поверке	
		Первичная поверка	Периодическая поверка
1 Внешний осмотр	6	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование	7	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	8	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик ИК	9		
4.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей	9.4	Да	Да
4.2 Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления	9.5	Да	Да
4.3 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений ИК напряжения постоянного тока (Втензо)	9.6	Да	Да
4.4 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерения частоты периодических сигналов	9.7	Да	Да
4.5 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерения периодических сигналов соответствующих расчетным значениям оборотов	9.8	Да	Да
4.6 Определение абсолютной погрешности измерения температуры бесконтактным методом	9.9	Да	Д
4.7 Экспериментальное подтверждение наличия/отсутствия значения погрешности возникающей при вращении блока вращающихся, соединений при частоте в диапазоне от 10 до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин)	9.10	Да	Нет
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Раздел 10	Да	Да
6 Оформление результатов поверки	Раздел 11	Да	Да
Примечания: 1 Допускается сокращенная поверка СПИИ, в соответствии с требованиями программ испытаний изделий, для измерительного контроля параметров которых она предназначена; 2 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме первичной), с обязательным указанием об этом в свидетельстве о поверке			



2.2 Операции и последовательность выполнения работ для ИК, поверяемых комплектным способом.

2.2.1 Поверку ИК, поверяемого комплектным способом, 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.

2.3 Для ИК с НФП определяется максимальная погрешность и ее составляющие и, при необходимости, новая градуировочная характеристика. Для ИК с ИФП определяется максимальная погрешность и ее составляющие и, при необходимости, новая градуировочная характеристика.

2.4 Операции и последовательность выполнения работ для ИК, поверяемых поэлементным способом.

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

- внешний осмотр ИК;
- проверка наличия актуальных сведений о поверке в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ) или действующего свидетельства о поверке для каждого измерительного компонента. Работы по поверке (подготовка, проверка работоспособности, экспериментальные исследования) электрической части поверяемого ИК выполнять как для электрической части ИК при поверке ИК комплектным способом;
- оценка максимальной погрешности ИК по МХ измерительных компонентов;
- монтаж измерительных компонентов и проверка работоспособности ИК.



### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка выполняется по месту эксплуатации СПИИ.

3.2 Условия окружающей среды:

- |                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | от 10 до 30;  |
| – относительная влажность воздуха, %  | от 30 до 80;  |
| – атмосферное давление, кПа           | от 96 до 104. |

3.3 Питание системы:

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

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



#### 4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательные технические средства, приведенные в таблице (Таблица 2).

Таблица 2 - Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3 Требования к условиям поверки	Диапазон измерений относительной влажности от 5 до 95 %; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений влажности $\pm 3$ %; диапазон измерений температуры от 0 °С до +50 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С	Измерители комбинированные, серии Testo 605-Н1, рег. № 17740-12
п. 3 Требования к условиям поверки	Диапазон измерений давлений: от 80 до 106 кПа (от 600 до 795 мм.рт.ст.) Пределы допускаемой основной погрешности после введения поправок из паспорта $\pm 0,2$ кПа ( $\pm 1,5$ мм.рт.ст.)	Барометры-анероиды метеорологические серии БАММ-1, рег. № 5738-76.
пп.9.4 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей	Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от -100 до +100 мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности, мВ $\pm(0,0002 \cdot U_{\text{уст}} + 0,011)$ , где $U_{\text{уст}}$ – значение воспроизводимого напряжения постоянного тока, мВ;	Калибраторы серии АМ-7111, рег. № 47242-11
п. 9.5 Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления	Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0.1 до 99999.9 Ом; класс точности (ММЭС) $0.1 / (5 \cdot 10^{-6})$ ; среднее значение номинального сопротивления 0.03 Ом; номинальное значение ступени $10^4$ Ом ст., $10^{-1}$ Ом мл.	Магазины сопротивлений ПРОФКИП модификации Р4834М, рег. № 80016-20
п. 9.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений ИК напряжения постоянного тока (Втензо)	Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0.1 до 99999.9 Ом; класс точности (ММЭС) $0.1 / (5 \cdot 10^{-6})$ ; среднее значение номинального сопротивления 0.03 Ом; номинальное значение ступени $10^4$ Ом ст., $10^{-1}$ Ом мл	Магазины сопротивлений ПРОФКИП модификации Р4834М, рег. № 80016-20
п. 9.7 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерения частоты периодических сигналов	Диапазон частот, для форм сигнала: синусоидальной от $1 \cdot 10^{-6}$ до $10 \cdot 10^6$ Гц; прямоугольной от $1 \cdot 10^{-6}$ до $10 \cdot 10^6$ Гц; разрешающая способность 1 мкГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты- $\pm 2,5 \cdot 10^7$ ; диапазон установки уровня выходного сигнала на нагрузке 50 Ом, В, в диапазонах частот сигнала: от 1 мкГц до 10 МГц включ. от $2 \cdot 10^{-3}$ до 10	Генераторы сигналов специальной формы АКИП-3409/1А, рег. № 75788-19

продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9.8 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений периодических сигналов соответствующих расчетным значениям оборотов	Диапазон измерений частоты вращения от 0,3 до 300 00 об/мин; пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,03\%$	Тахометры оптические модификации ДО-03-04, рег. № 41173-15
п. 9.9 Определение абсолютной погрешности измерений температуры бесконтактным методом	Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 20 мА; пределы допускаемой абсолютной погрешности, мА $\pm(0,0002 \cdot I_{уст} + 0,005)$ , где $I_{уст}$ - значение воспроизводимой силы постоянного тока, мА	Калибраторы серии АМ-7111, рег. № 47242-11
п. 9.10 Экспериментальное подтверждение наличия/отсутствия значения погрешности возникающей при вращении блока вращающихся, соединений при частоте в диапазоне от 10 до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин)	Те же, что по пунктам 9.4 – 9.9	Калибраторы серии АМ-7111, рег. № 47242-11. Магазины сопротивлений ПРОФКИП модификации Р4834М рег. № 80016-20. Тахометры оптические модификации ДО-03-04, рег. № 41173-15
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

4.2 Для обеспечения подключения СИ на вход ИК применяются:

- клеммник для вспомогательного кабеля ХТ10;
- кабель вспомогательный ЛАСУ.421413.482.20.000ДК.

4.3 Для обеспечения связи лиц осуществляющих поверку применяются рации или другие средства дистанционной коммуникации.

4.4 Кронштейн для блока вращающихся соединений RS 212 (БВС) с разветвителем сигналов – это неразборная оснастка для установки на оборудование и обеспечивающая подключение первичных преобразователей устанавливаемых на вращающемся объекте к БВС для передачи измерительной информации (электрических сигналов) в стационарную кабельную сеть. Для поверки ИК СПИИ на кронштейне специально предусмотрен разветвитель сигналов, т.к. подключение рабочих эталонов непосредственно вместо ПП затруднительно и существует риск повреждения или физического разрушения рабочих эталонов.

4.5 Используемые при проведении поверки рабочие эталоны должны быть аттестованы, а средства измерений, используемые в качестве эталонов единиц величин, поверены в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга №2510 от 31.07.2020 г., сведения об аттестации (поверке) должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4.6 Рабочие эталоны (СИ) должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала проведения поверки.

□

## 5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 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.

5.2 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 системы должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда.

– Для выполнения поверки необходимо не менее 2-х сотрудников

5.3 При вращении оборудования РМб во время проведения операции поверки находиться в помещении РМб категорически запрещается.

## 6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

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

- комплектность ИК должна соответствовать формуляру;
- маркировка ИК должна соответствовать требованиям 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.

6.2 Результаты внешнего осмотра считать удовлетворительными, если выполняются условия, изложенные в пункте 6.1. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Поверка выполняется на месте эксплуатации.

7.2 При проведении должны быть соблюдены следующие условия:

- проверено наличие: Перечня ИК подлежащих поверке по форме Приложения А (только при периодической поверке), предыдущего свидетельства о поверке и протоколов поверки ИК СПИИ (при наличии), свидетельств о поверке для всех применяемых СИ;
- персоналу проведен инструктаж по технике безопасности (ТБ);
- проведена подготовка разгонной камеры к работе,( создан вакуум, проверено его соответствие технологической карте для разгонной камеры);
- блок вращающихся соединений (БВС) установлен на вал разгонной камеры в специальном кронштейне, концы соединительных проводов со стороны вращающейся части БВС замкнуты перемычками пайкой в соответствии рисунком (- Рисунок 10). Разъем БВС со стороны неподвижной части подключен к разъему разветвителя 1 в соответствии с рисунком (- Рисунок 10), Кабель вспомогательный подключен к разъему 1 на кронштейне, разъем 2 кабеля вспомогательного подключен к стационарной кабельной сети, к к кабелю вспомогательному подключен клемник ХТ10 в соответствии с рисунком (- Рисунок 10 - Схема поверки);
- тахометр оптический установлен и готов к работе;
- проведена подготовка СПИИ к работе в соответствии с разделом 3 ЛАСУ.421413.482.20.000РЭ Руководство по эксплуатации.

7.3 Опробование.

7.3.1 Включить СПИИ.

7.3.2 Проверить работу крейта LTR-EU-8-1 для этого запустить иконку «LTR Server» рисунок (

7.3.3 Рисунок 1) и убедиться, что все модули LTR опрашиваются рисунок (Рисунок 2).

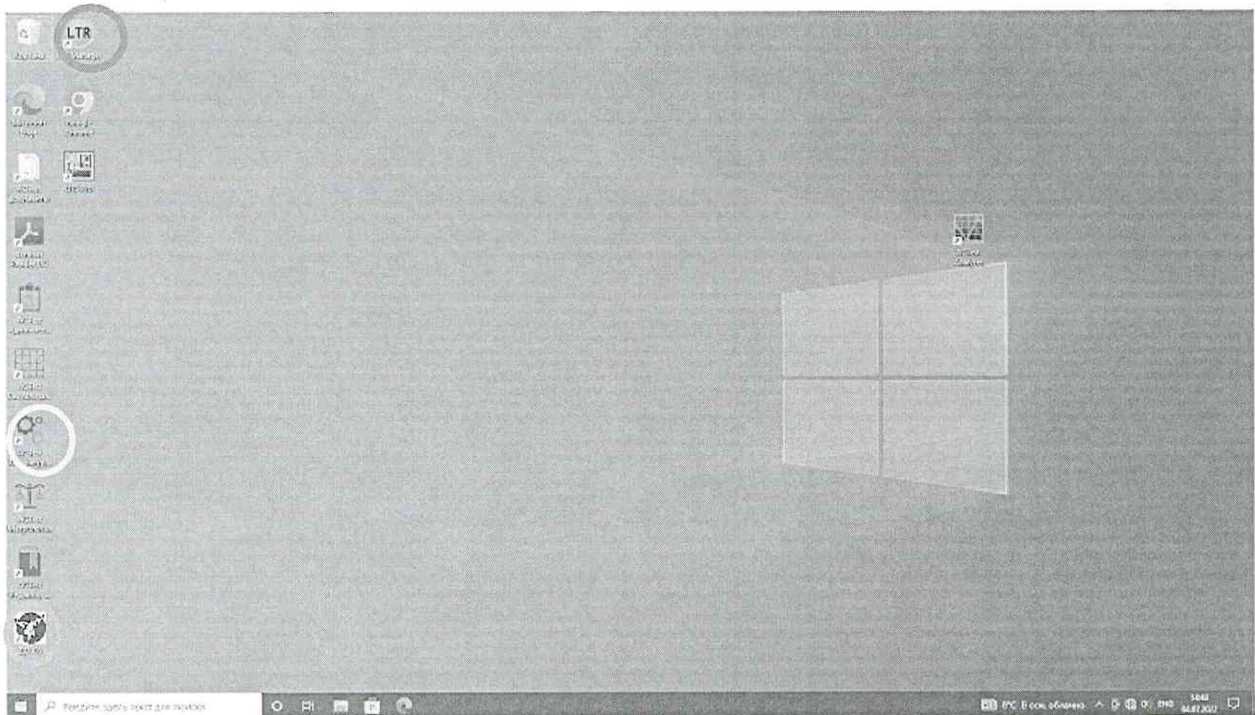


Рисунок 1 – Основной экран ПК СПИИ,

- - иконка «LTR Server»
- - иконка «АСТest Конфигуратор»
- - иконка ПО тахометра оптического

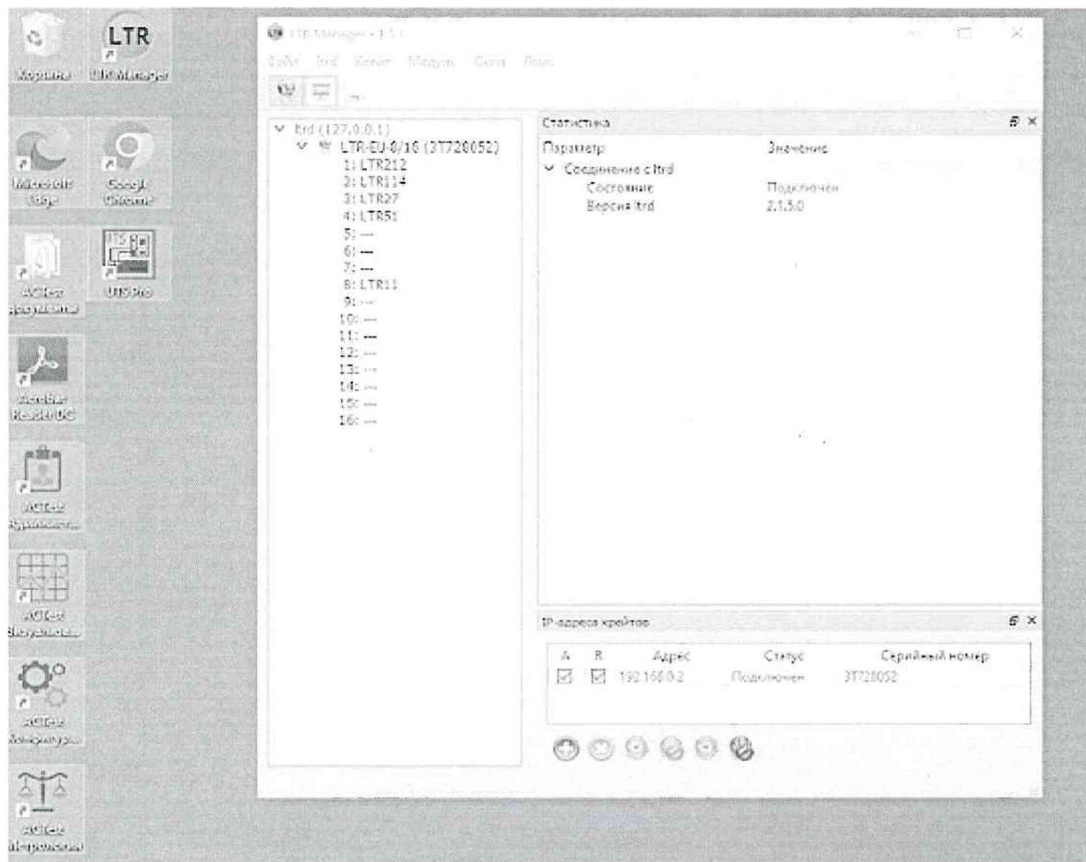


Рисунок 2 – Окно проверки работоспособности крейта LTR-EU-8-1

7.3.4 Опробование выполняется на ПК СПИИ в приложении «Конфигуратор» из состава программного комплекса АCTest Platform.

7.3.5 Запустить приложение «АCTest Конфигуратор», кликом манипулятора «мышь» по иконке рисунок (

7.3.6 Рисунок 1).

7.3.7 В открывшемся окне запустить конфигурацию «Тестирование вращение» рисунок (Рисунок 3)

7.3.8 Проверить настройки ИК во вкладках «Настройка аппаратных средств» и «Поканальная настройка модулей» рисунок (Рисунок 3).

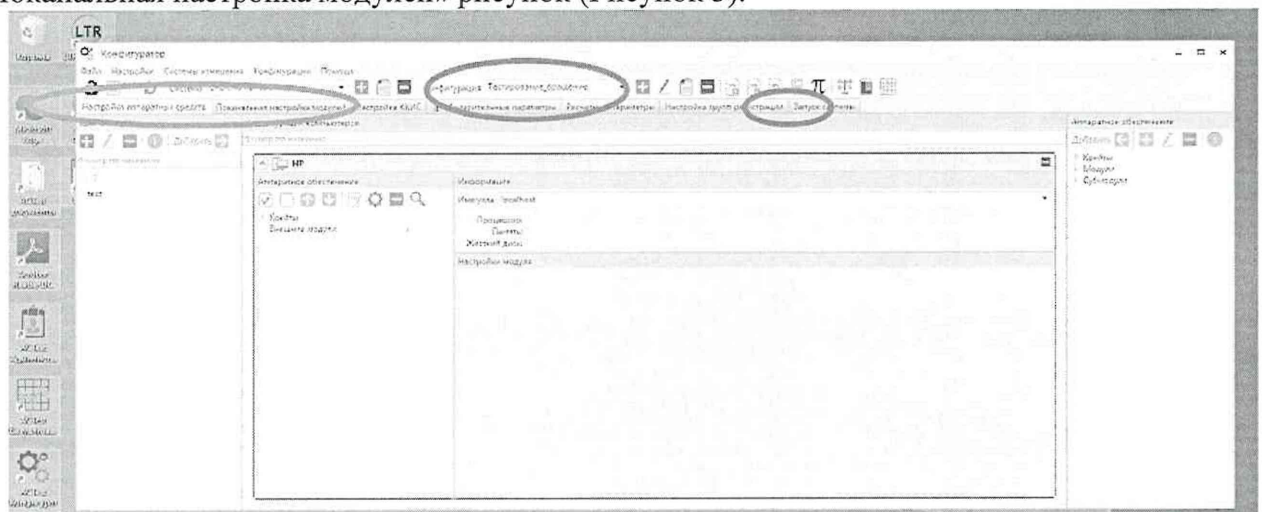


Рисунок 3 - окно «АCTest Конфигуратор» выбор конфигурации и проверка настройки аппаратных средств:

○ - меню выбора конфигурации;

○ - вкладки проверки настройки крейта и модулей;

○ - вкладка «запуск системы»

7.3.9 Перейти во вкладку «запуск системы» рисунок (Рисунок 3), кликнув по ней, при помощи манипулятора «мышь», откроется окно «Запуск системы», где запустить соединение с сервером, затем сбор данных, затем регистрацию, кликая по соответствующим кнопкам на экране при помощи манипулятора «мышь», рисунок (Рисунок 4). Вкладка «запустить сбор» станет серого цвета, вкладки «остановить сбор» и «остановить регистрацию» станут красного цвета, индикаторы в поле «список каналов» станут зеленого цвета рисунок (Рисунок 5).

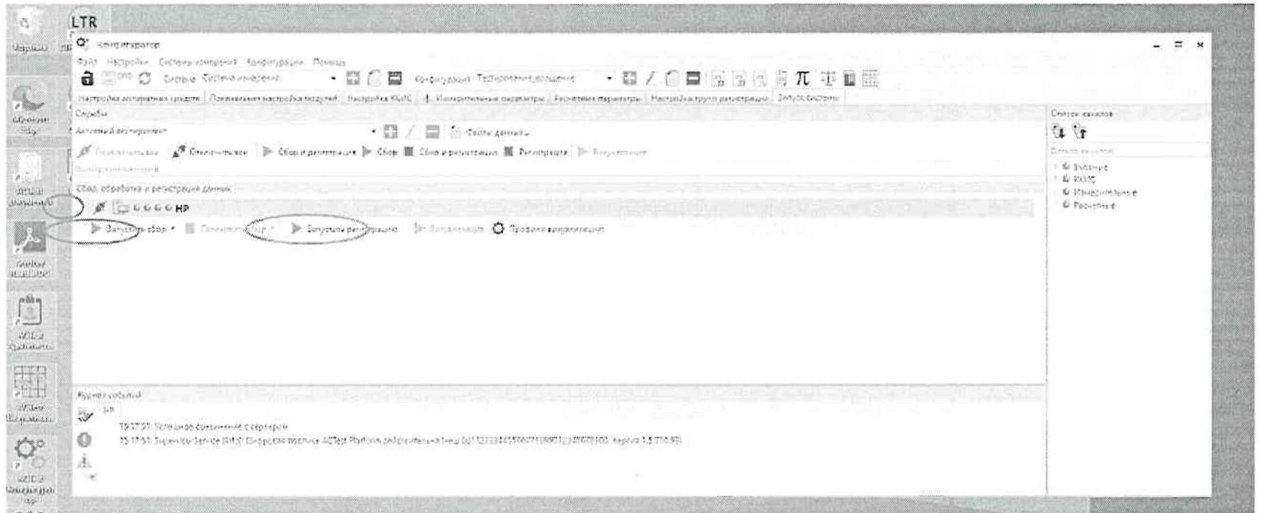


Рисунок 4 – Окно «запуск системы»

○ - кнопка соединения с сервером

○ - кнопка «запустить сбор»

○ - кнопка «запустить регистрацию»

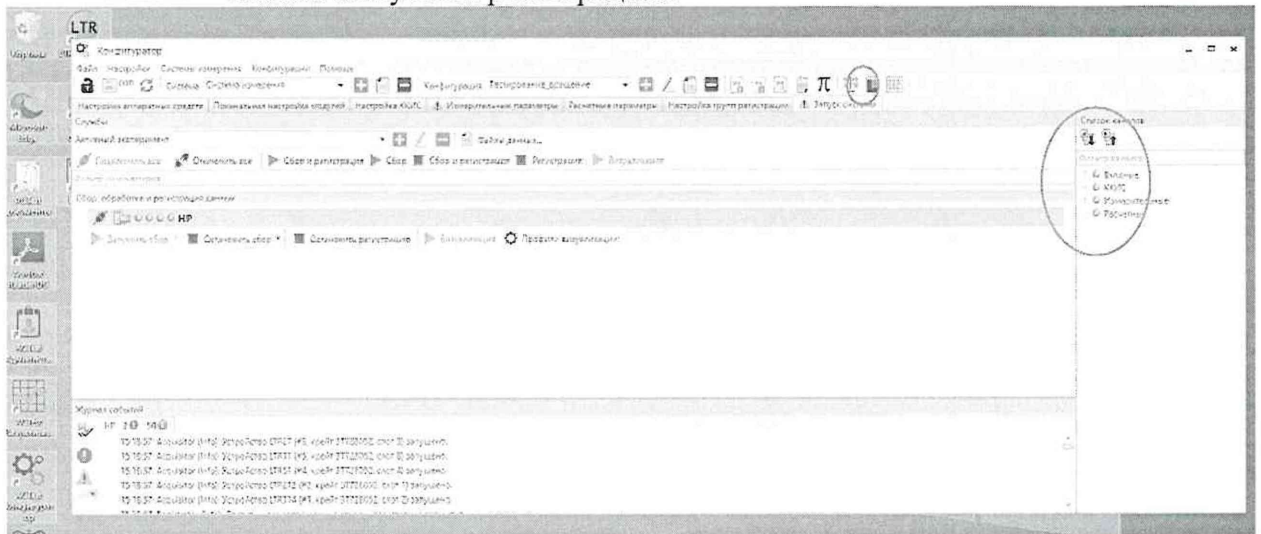


Рисунок 5 – Окно «запуск системы» после запуска сбора данных и регистрации

○ - иконка запуска приложения «Визуализатор»

○ - индикация поля «список каналов», после успешного запуска сбора данных

7.3.10 Запустить приложение «АCTest Визуализатор», кликом анипулятора «мышь» по иконке рисунок (Рисунок 5).

7.3.11 Откроется окно приложения «Визуализатор» рисунок (Рисунок 6). В окне кликнуть по значку «загрузка ранее созданных профилей», появится диалоговое окно «Загрузка конфигурации», в диалоговом окне выбрать вкладку «База данных», кликом при помощи

манипулятора «мышь» из меню «Профили» кликнув по значку выбора, выбрать профиль «Тестирование вращение», затем кликнуть кнопку «загрузить».

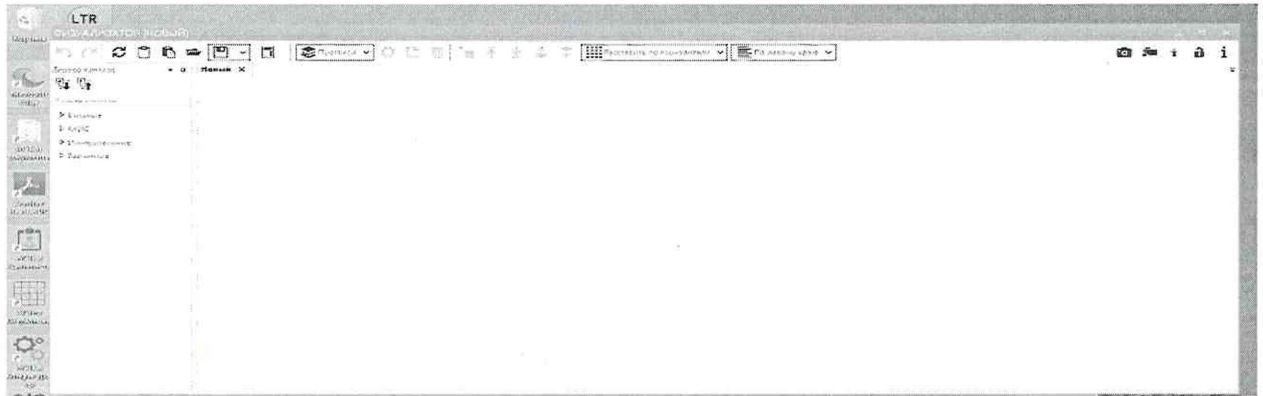


Рисунок 6 – Окно приложения «Визуализатор»

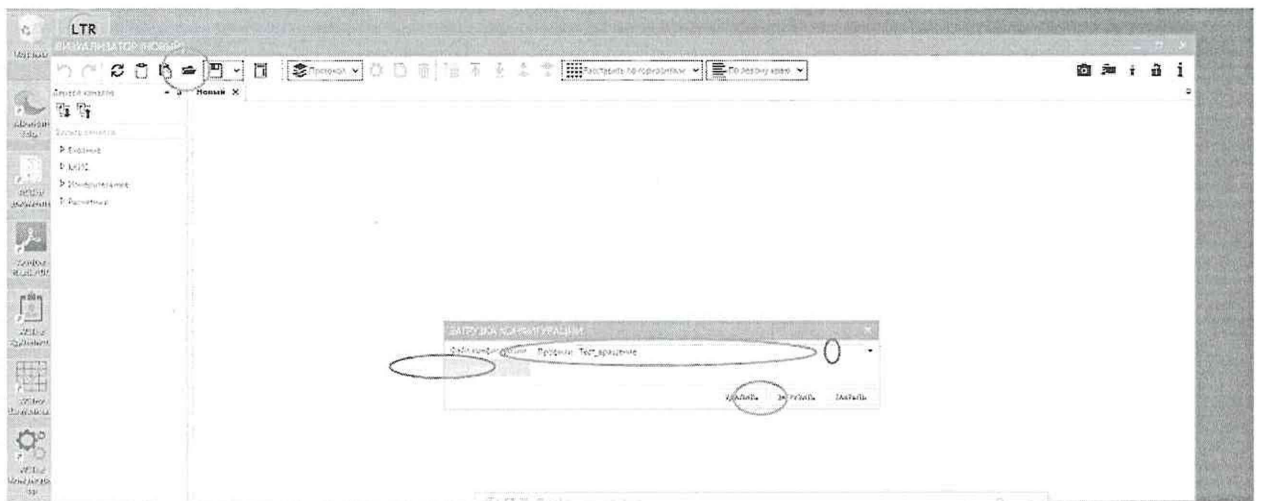


Рисунок 7 – Окно приложения «Визуализатор» загрузка профиля «Тест\_вращение»

- - значек «загрузка ранее созданных профилей»
- - вкладка «База данных»
- - меню «Профили»
- - значек выбора
- - кнопка «Загрузить»

7.3.12 Откроется профиль визуализации «Тестирование вращение» рисунок (Рисунок 8).

7.3.13 В «цифровых элементах» для ИК ВТt, ВTR, наблюдать произвольно меняющиеся значения. В «цифровом элементе» для ИК Вtenzo наблюдать значение «80 мВ» или «- 80 мВ». Повращать вал разгонной камеры и в «цифровом элементе» для ИК ВF наблюдать появление значений частоты.



Channel	Value	Unit	Temp	Temp	Unit
BTR_1	0,01861	ОМ	T1	-224,28200	°C
BTR_2	0,01858	ОМ	T2	-224,28200	°C
BTR_3	0,01835	ОМ	T3	-224,28300	°C
BTR_4	0,01852	ОМ	T4	-224,28300	°C
BTR_5	0,01852	ОМ	T5	-224,28300	°C
BTR_6	0,01835	ОМ	T6	-224,28300	°C
BTR_7	0,01864	ОМ	T7	-224,28200	°C
BTR_8	0,01861	ОМ	T8	-224,28200	°C
BTt_1	93,58510	мВ	Tt1	2510,19000	°C
BTt_2	0,67127	мВ	Tt2	16,85660	°C
BTt_3	9,85785	мВ	Tt3	242,72800	°C
BTt_4	41,41090	мВ	Tt4	1003,47000	°C
BTt_5	3,73596	мВ	Tt5	91,30860	°C

Channel	Value	Unit	Channel	Value	Unit
U_A0101_1	0,08000	В	Btenzo_1	80,00000	мВ
U_A0101_2	-0,08000	В	Btenzo_2	-80,00000	мВ
U_A0101_3	-0,08000	В	Btenzo_3	-80,00000	мВ
U_A0101_4	-0,08000	В	Btenzo_4	-80,00000	мВ
F_1	3,62460	Гц	РПМ1	108,74000	об/мин
F_2	0,00000	Гц	РПМ2	0,00000	об/мин

Рисунок 8 – Окно профиля визуализации «Тест\_вращение»

7.3.14 При опробовании проверяют:

- соблюдение требований к условиям поверки;
- возможность включения, выключения и функционирования СПИИ;
- работоспособность измерительных каналов СПИИ;
- функционирование БВС.

7.3.15 Если при опробовании выявлены технические неисправности, то до их устранения СПИИ дальнейшей поверке не подлежит.

## 8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

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

- на ПК запустить приложение «Конфигуратор», кликнув правой кнопкой манипулятора «мышь» по иконке на рабочем столе рисунок (Рисунок 9);
- открыть вкладку «Помощь»;
- из выпадающего меню открыть строку «О программе», на экране ПК появиться информационное окно отображения версии ПО и цифровых подписей, рисунок (Рисунок 9);
- в информационном окне визуально убедиться, что версия установленного ПО не ниже 1.6.XXXX.XXX и соответствует версии, указанной в разделе 20 «Особые отметки» формуляра ЛАСУ.421413.482.20.000ФО, убедиться, что цифровые подписи для «ACTest Cloud» и «ACTest Platform» действительны.

8.2 Результаты оформить протоколом по форме 1 Б Приложение Б.

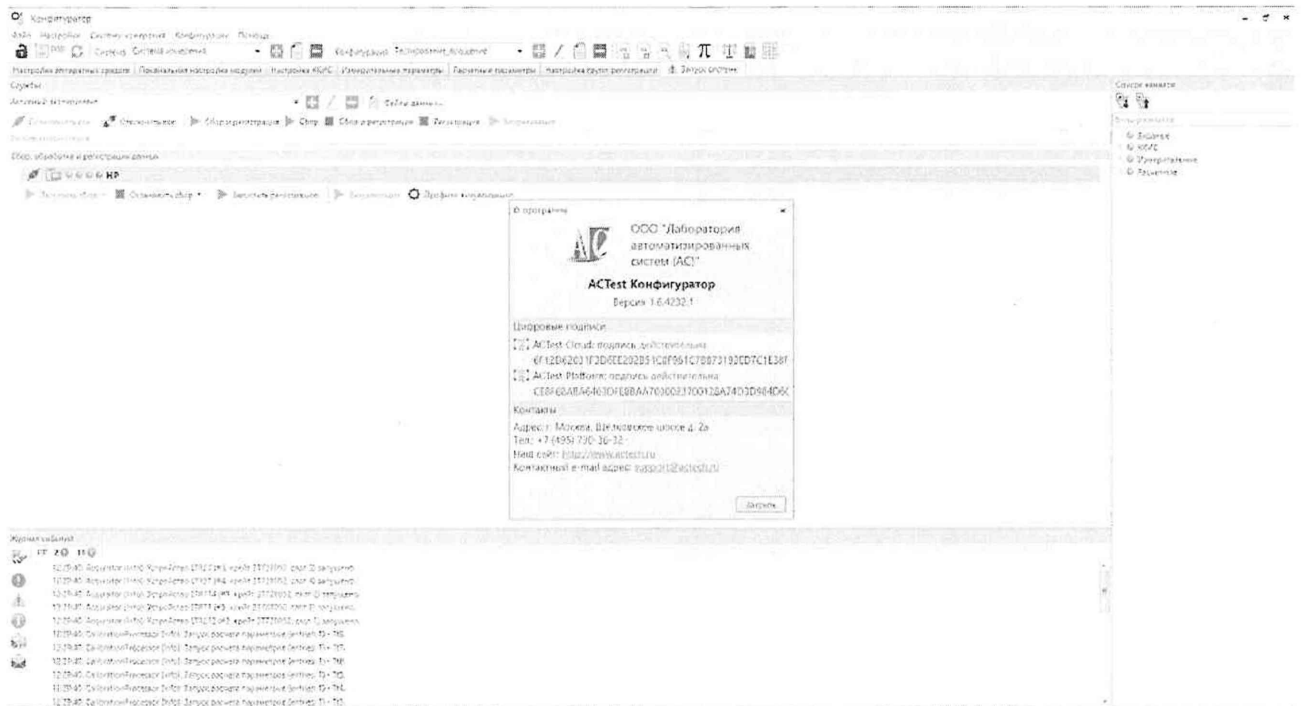


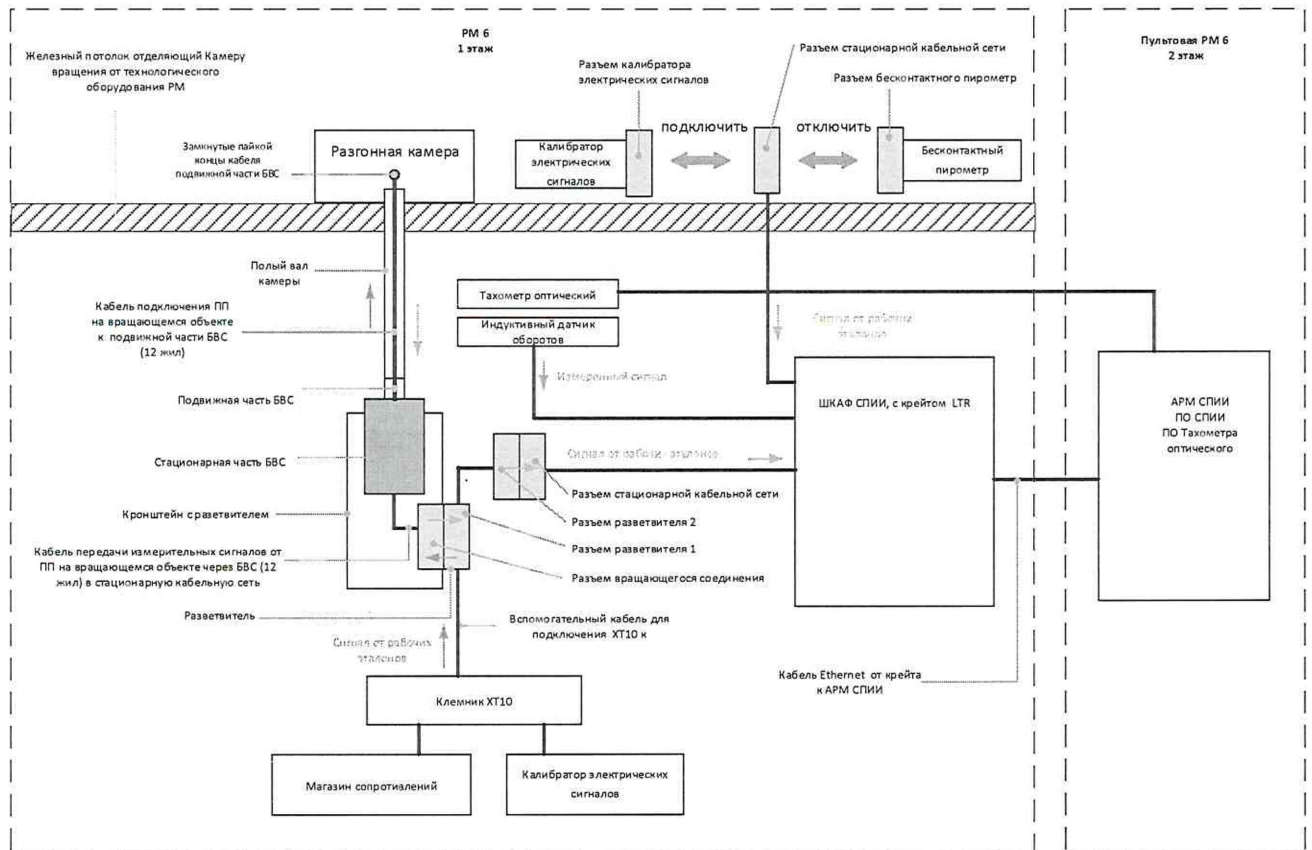
Рисунок 9 - Информационное окно отображения версии ПО и цифровых подписей

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

9.1 Определение метрологических характеристик в зависимости от типа ИК проводить комплектным или поэлементным методом.

9.2 Допускается одновременная поверка двух типов ИК (ВТt и ВTR или ВТt и Вtenzo).

9.3 Схема поверки приведена на рисунке (- Рисунок 10).



1.1 - Рисунок 10 - Схема поверки

9.4 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей (ВТt).

9.4.1 Поверку каждого ИК выполнить комплектным способом.

9.4.2 К клемнику ХТ10 подключить калибратор электрических сигналов для имитации сигналов напряжения постоянного тока в соответствии со схемой поверки с рисунком (Рисунок 11). В шкафу СПИИ подключить выходы стационарной кабельной сети к первому каналу через клемники ХТ2 и ХТ3 в соответствии со схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 7.

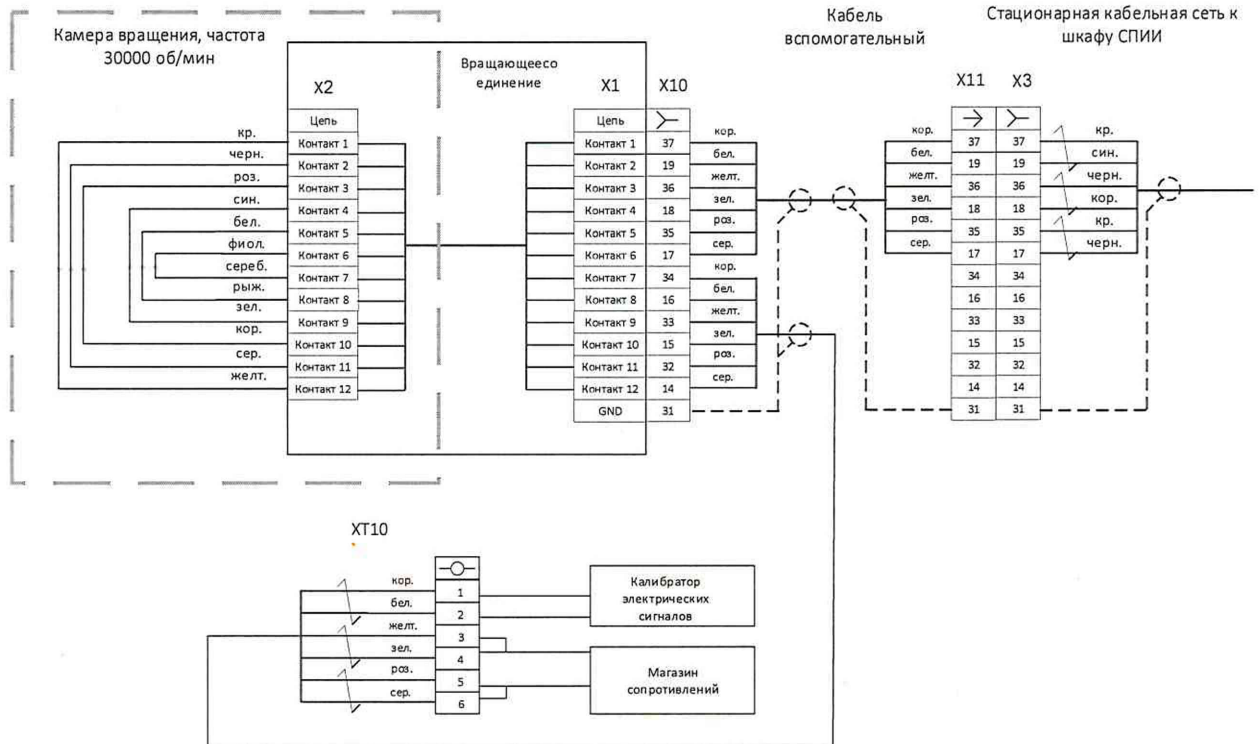


Рисунок 11 - Схема подключения для определения погрешности измерений при вращении ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей (ВТt).

9.4.3 Номинальные значения напряжения постоянного электрического тока в контрольных точках исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерений напряжения, мВ в соответствии с таблицей (Таблица 3) и регистрировать соответствующие значения напряжения и температуры, на экране ПК в приложении «Визуализатор», в профиле визуализации «Тест\_вращение», в элементе «Протокол», кликая по полю **«Замерить»** рисунок (Рисунок 12).

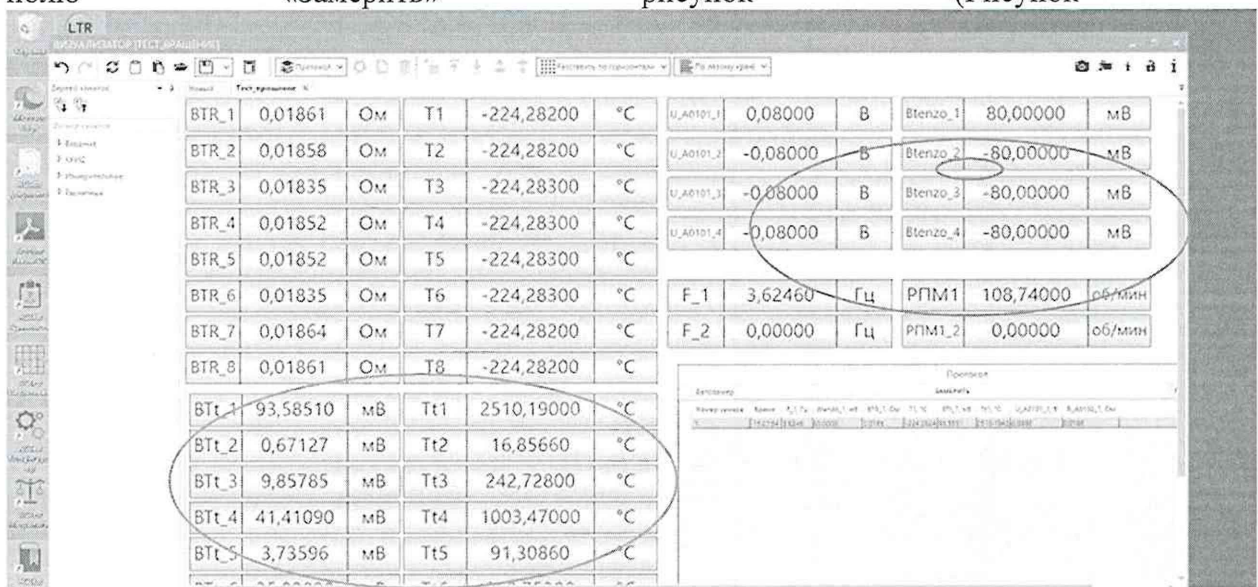


Рисунок 12 Окно профиля визуализации «Тест\_вращение» для поверки ИК ВТt

- Цифровой элемент, для отображения измеряемых значений ИК ВТt
- Цифровой элемент для регистрации измеряемых значений ИК ВТt
- кнопка «Замерить»

9.4.4 Повторить измерения выполняя необходимые переключения в соответствии со схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 7, для оставшихся каналов со 2 по 8.

9.4.5 По завершению всех измерений кликнуть в элементе «Протокол» кнопку «Очистить».

9.4.6 Остановить сбор данных.

9.4.7 Перейти к проверке ИК в следующем диапазоне преобразования термоэлектрических преобразователей.

9.4.8 Для каждого диапазона преобразования термоэлектрических преобразователей перед измерением в вкладке «измерительные параметры» установить тип первичного преобразователя в соответствии с таблицей (Таблица 3), руководствуясь 643.ЛАСУ.21032-01 34 01 «Программный комплекс АРМ оператора. Руководство оператора».

9.4.9 Запустить сбор данных и повторить шаги п.9.4.3 - 9.4.5 для каждого диапазона в соответствии с таблицей (Таблица 3).

9.4.10 В папке protokols найти файл протокола измерений в формате «csv», открыть и сохранить в формате «.xls», выгрузить данные в таблицу (Таблица 3). Используя программу Microsoft Excel, предельную приведенную (к ВП) погрешность измерений по формулам (1) и (4) раздела 10.

Таблица 3 – Контрольные точки для определения метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующих значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей (ВТt)

№	Контрольные точки значений напряжения постоянного тока, от калибратора, мВ	Значения температуры, по ГОСТ Р 8.585-2001, К / (°С)	Значения напряжения постоянного тока, измеренные СПИИ, мВ	Зарегистрированные значения соответствующие температуре в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей К / (°С)	Приведенная к ВП погрешность ИК СПИИ, % рассчитанная для значений в мВ	Приведенная к ВП погрешность ИК СПИИ, % рассчитанная для значений в К / (°С)
1	2	3	4	5		6
Диапазон от - 5,829 до +45,119 мВ соответствующий значениям температуры от 77,15 до 1373,15 К (от - 196 °С до +1100 °С) в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей типа ХА (К)						
1	-5,829	77,15 (-196)				
2	- 4,913	123,15 (-150)				
3	-1,889	223,15 (-50)				
4	0,000	273,15 (0,000)				
5	4,096	373,15 (100)				
6	12,209	573,15 (300)				
7	24,905	873,15 (600)				
8	37,326	1173,15 (900)				
9	45,119	1373,15 (1100)				
Диапазон от - 5,641 до 40,299 мВ соответствующий значениям температуры от 173,15 до 773,15 К (от - 100 °С до +500 °С) в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей типа ХК (L)						
1	-5,641	173,15 (-100)				
2	-3,005	223,15 (-50)				
3	-1,242	253,15 (-20)				
4	0,000	273,15 (0,000)				
5	6,662	373,15 (100)				
6	31,492	673,15 (400)				
7	40,299	773,15(500)				

№	Контрольные точки значений напряжения постоянного тока, от калибратора, мВ	Значения температуры, по ГОСТ Р 8.585-2001, К / (°С)	Значения напряжения постоянного тока, измеренные СПИИ, мВ	Зарегистрированные значения соответствующие температуре в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей К / (°С)	Приведенная к ВП погрешность ИК СПИИ, % рассчитанная для значений в мВ	Приведенная к ВП погрешность ИК СПИИ, % рассчитанная для значений в К / (°С)
Диапазон 0 до 33,64 мВ, соответствующий значениям температуры от 273,15 до 2773,15 К (от 0 °С до 2500 °С) в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей типа ТВР (А1),						
1	0,000	0,000				
2	7,908	773,15(500)				
3	16,128	1273,15 (1000)				
4	29,186	2273,15 (2000)				
5	33,64	2573,15 (2500)				

9.4.11 Результаты определения МХ считать положительными, если для всех контролируемых точек приведенная к ВП погрешность измерения находится в допустимых пределах  $\pm 0,4$  %. В противном случае ИК бракуются и направляются в ремонт.

9.4.12 Оформить протокол по форме 2Б приложения Б в соответствии с данными таблицы (Таблица 3), для каждого поверяемого ИК.

9.5 Определение метрологических характеристик ИК сопротивления постоянному току, соответствующих значениям температуры в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления (ВТР)

9.5.1 К клемнику ХТ10 подключить магазин сопротивлений для имитации сигналов сопротивления постоянному току в соответствии со схемой поверки рисунок (- Рисунок 10) и схемой подключения рисунок (Рисунок 11). В шкафу СПИИ подключить выходы стационарной кабельной сети к первому каналу через клемники ХТ2 и ХТ3 в соответствии со схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 10, подключиться к клемнику ХТ4.3 в шкафу СПИИ.

9.5.2 Номинальные значения сопротивления постоянному току в контрольных точках исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью магазина сопротивлений в единицах измерения Ом, в соответствии с таблицей (Таблица 4) и регистрировать соответствующие значения, на экране ПК в приложении «Визуализатор», в профиле визуализации «Тест\_вращение», в элементе «Протокол», кликая по полю «Замерить» рисунок (Рисунок 13) для первого канала.

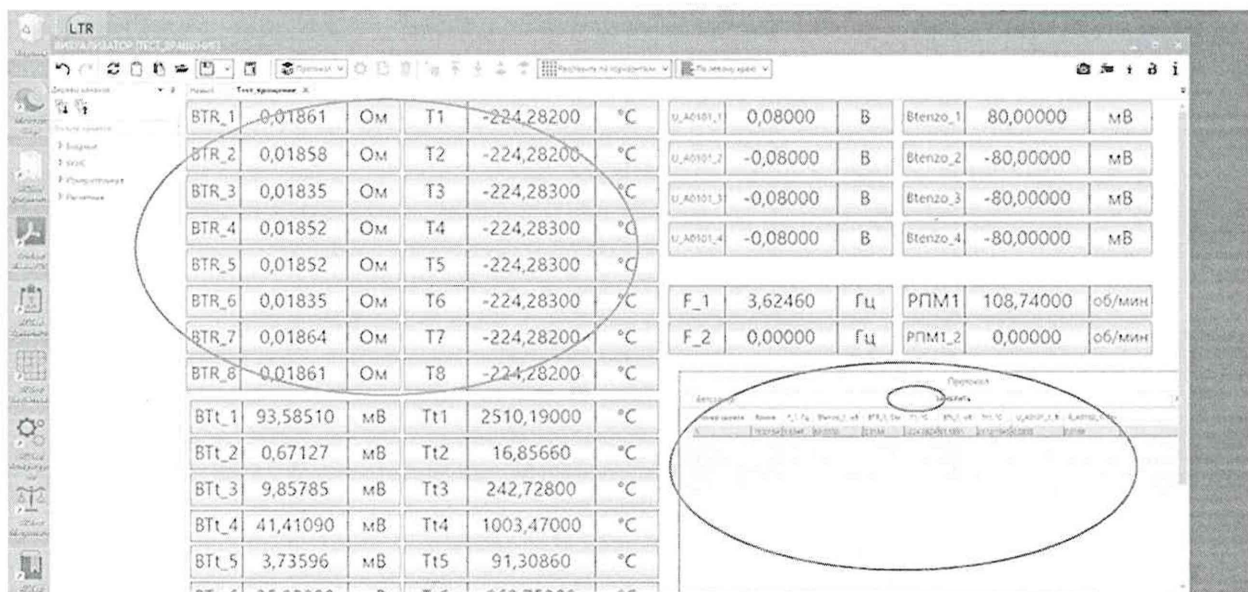


Рисунок 13 - Окно профиля визуализации «Тест\_вращение» для поверки ИК BTR  
 Цифровой элемент, для отображения измеряемых значений ИК BTR  
 Цифровой элемент для регистрации измеряемых значений ИК BTR  
 ○ - кнопка «Замерить»

Таблица 4 - Контрольные точки для определения метрологических характеристик ИК сопротивления постоянному току, соответствующему значениям температуры в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления (BTR)

№	Контрольные точки значений сопротивления, Ом	Расчетное значение температуры, по ГОСТ 6651-2009 К / (°C)	Зарегистрированные значения сопротивления Ом	Зарегистрированные значения соответствующей температуре в диапазоне преобразований К / (°C)	Абсолютная погрешность ИК СПИИ Ом	Абсолютная погрешность ИК СПИИ К / (°C)
1	78,7	223,15 (-50,00)				
2	87,22	243,15 (-30,00)				
33	95,74	263,15 (-10,00)				
4	100,0	273,15 (0,00)				
5	121,4	323,15 (50,00)				
6	142,8	373,15 (100,00)				
7	164,2	423,15 (150,00)				
8	185,6	473,15 (200,00)				

9.5.3 Повторить измерения для оставшихся каналов со 2 по 8 выполняя необходимые переключения для каналов 4,5,6,7,8 на кросс плате CR 114 (A4) в соответствии со схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 10.

9.5.4 По завершению всех измерений кликнуть кнопку «очистить».

9.5.5 В папке protocols найти файл протокола измерений в формате «csv», открыть и сохранить в формате «.xls», выгрузить данные в таблицу (Таблица 4). Используя программу Microsoft Excel, определить максимальную абсолютную погрешность измерений по формуле (1) раздела 10.

9.5.6 Оформить протокол по форме 1Б приложения Б в соответствии с данными таблицы (Таблица 4), для каждого поверяемого ИК.

9.5.7 Результаты поверки считать положительными, если измерения выполнены во всех контрольных точках и абсолютная погрешность измерения находится в допустимых пределах  $\pm 0,77$  Ом. В противном случае ИК бракуются и направляются в ремонт.

## 9.6 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока (Btenzo)

9.6.1 К клемнику ХТ10 подключить магазин сопротивлений для имитации сигналов напряжения постоянного тока от тензодатчика в соответствии со схемой поверки рисунок (- Рисунок 10) и схемой подключения рисунок (Рисунок 14). В шкафу СПИИ подключить выходы стационарной кабельной сети к первому каналу по схеме ЛАСУ.421413.482.20.000Э3 лист 6, подключиться к клемникам ХТ2.1 и ХТ3.1 в шкафу СПИИ.

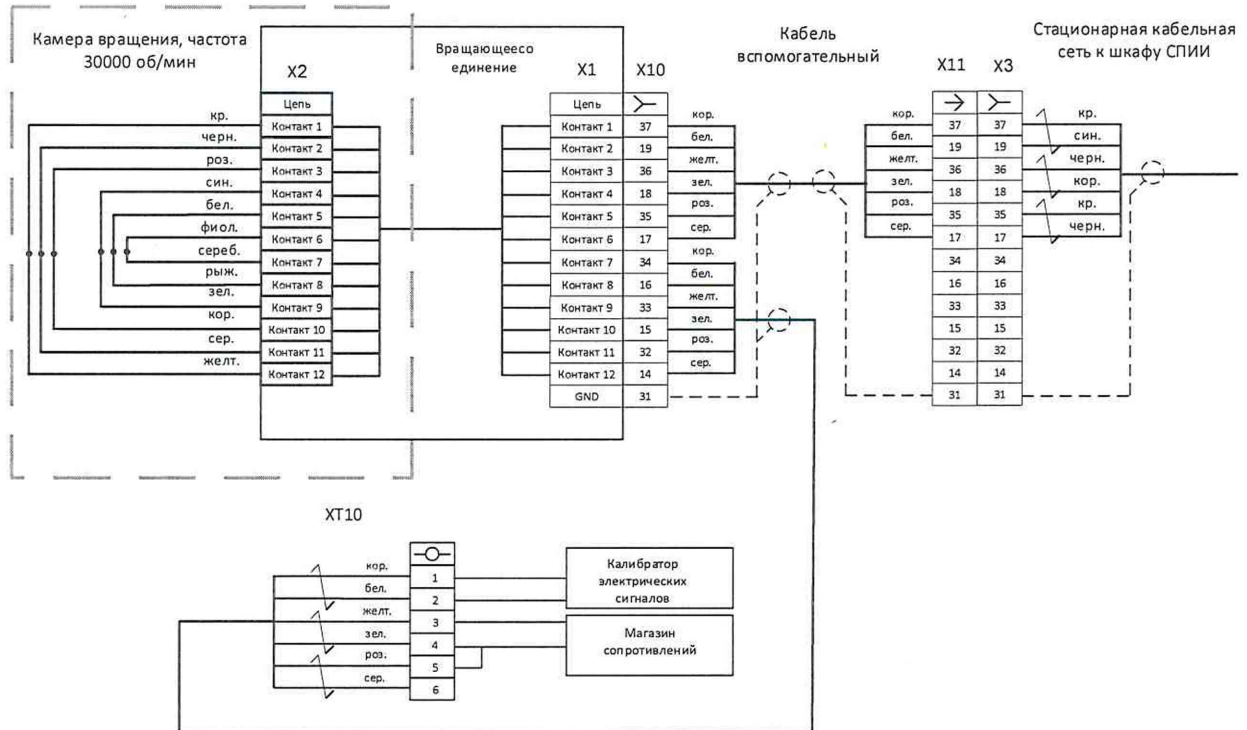


Рисунок 14 - Схема подключения для определения погрешности измерений ИК напряжения постоянного тока (Btenzo) в диапазоне от минус 10 до 10 мВ.

9.6.2 Номинальные значения сопротивления постоянному току в контрольных точках исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью магазина сопротивлений в единицах измерения Ом, в соответствии с таблицей (Таблица 5) и регистрировать соответствующие значения напряжения, на экране ПК в приложении «Визуализатор», в профиле визуализации «Тест\_вращение», в элементе «Протокол», кликая по полю «Замерить» рисунок (Рисунок 15) для первого канала.



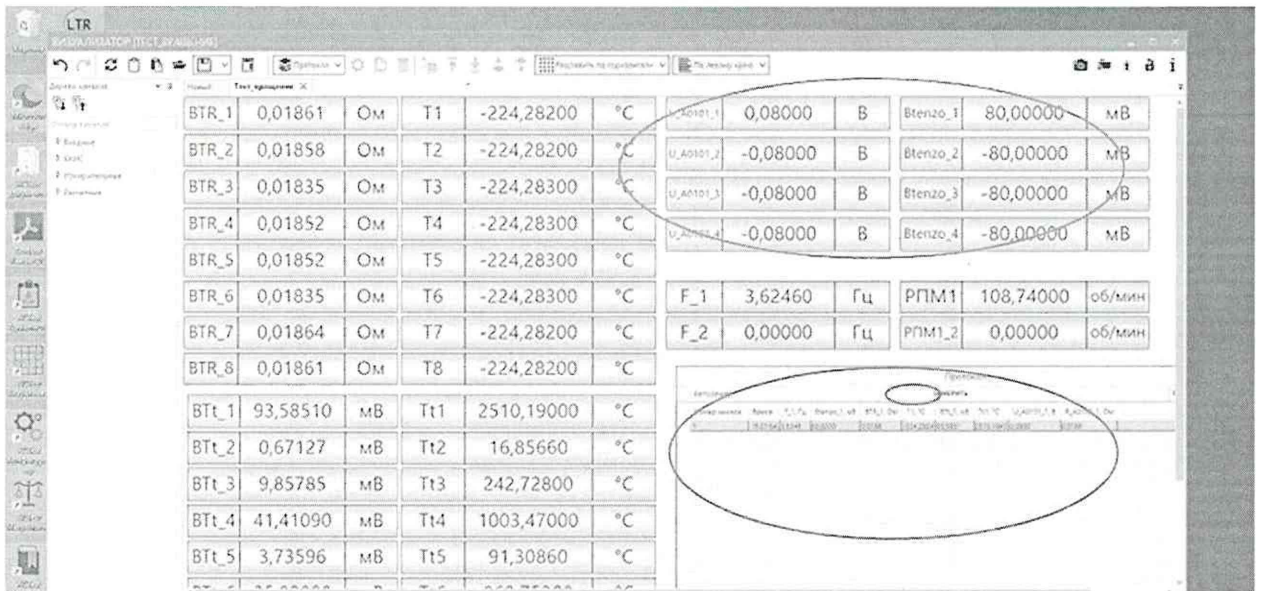


Рисунок 15 - Окно профиля визуализации «Тест\_вращение» для поверки ИК Btenzo

Цифровой элемент, для отображения измеряемых значений ИК Btenzo

Цифровой элемент для регистрации измеряемых значений ИК Btenzo

○ - кнопка «Замерить»

Таблица 5 - Контрольные точки для определения метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока (Btenzo)

Подаваемое сопротивление, Ом	Расчетный сигнал имитации разбаланса с четверть-мостового тензодатчика сопротивлением 200 Ом, мВ	Зарегистрированные СПИИ значения разбаланса, мВ	Приведённая к диапазону измерений (ДИ) погрешность измерений ИК СПИИ, %	Допускаемый предел приведённой к диапазону измерений (ДИ) погрешности измерений СПИИ, %

9.6.3 Повторить измерения для каналов со 2 по 4 выполняя необходимые переключения в соответствии со схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 6.

9.6.4 По завершению всех измерений кликнуть кнопку «очистить».

9.6.5 В папке protocols найти файл протокола измерений в формате «csvs», открыть и сохранить в формате «.xls», выгрузить данные в таблицу (Таблица 5). Используя программу Microsoft Excel, определить максимальную приведенную к ДИ погрешность измерений по формулам (1) (3) раздела 10.

9.6.6 Результаты определения МХ считать положительными, если для всех контролируемых точек приведенная к ДИ погрешность измерения находится в допусках  $\pm 0,9\%$ . В противном случае ИК бракуются и направляются в ремонт.

9.6.7 Оформить протокол по форме 2Б приложения Б в соответствии с данными таблицы (Таблица 5), для каждого поверяемого ИК.

9.7 Определение метрологических характеристик ИК частоты периодического сигнала (BF)

9.7.1 Определение метрологических характеристик ИК частоты периодического сигнала (BF) в диапазоне от 10 Гц до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин)

9.7.1.1 Вынуть кабель БВС из камеры вращения, Отсоединить подвижную часть БВС от полого вала камеры вращения и снять крошнтейп с БВС.

9.7.1.2 Проверить подключение индуктивного датчика через стационарную кабельную сеть к клемнику ХТ4.2 в шкафу СПИИ к первому каналу в соответствии со схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 9.

9.7.1.3 Убедиться, что ПО тахометра оптического запущено.

9.7.1.4 Убедиться, что разгонная камера готова к работе и выйти из помещения.

9.7.1.5 **УБЕДИТЬСЯ, ЧТО В ПОМЕЩЕНИИ РМ-6 ОТСУТСТВУЕТ ПЕРСОНАЛ.**

9.7.1.6 Запустить камеру в работу, плавно увеличивая частоту вращения в диапазоне от 10 Гц до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин).

9.7.1.7 Тахометр оптический будет автоматически выводить на экран и регистрировать значения частоты вращения в своем ПО (Рисунок 16).

9.7.1.8 Зарегистрировать в СПИИ значения частоты в 5-и равномерно распределенных в пределах диапазона точках, на экране ПК в приложении «Визуализатор», в профиле визуализации «Тест\_вращение», в элементе «Протокол», кликая по полю «Замерить» рисунок (Рисунок 16) для первого канала, выключить вращение.

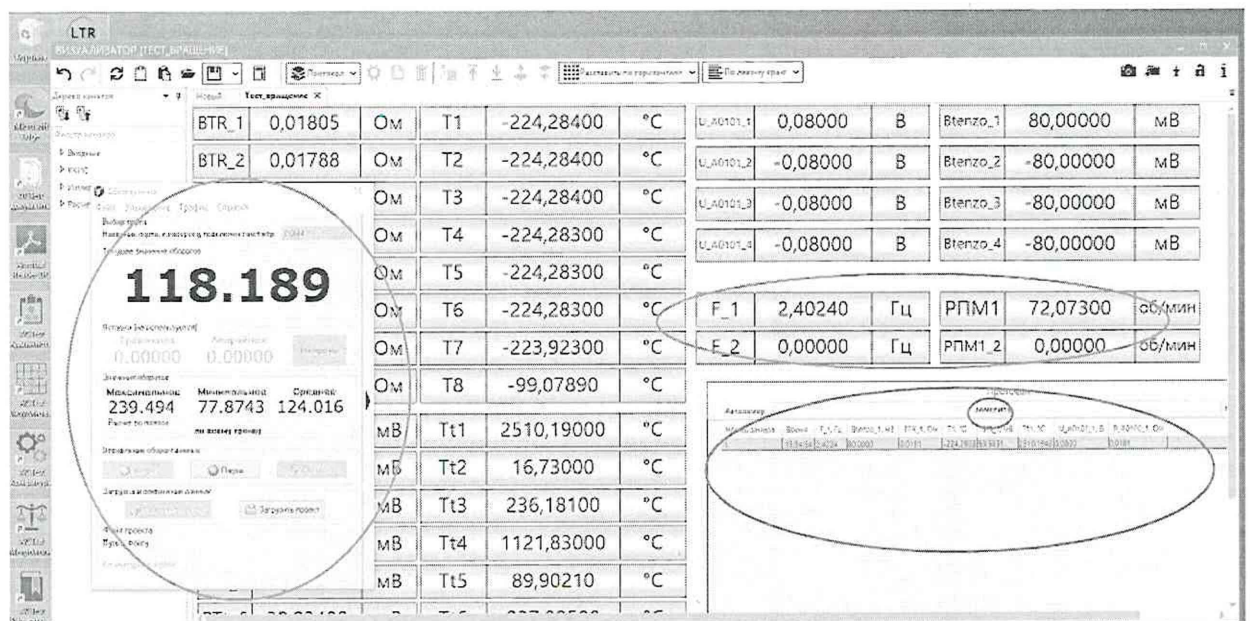


Рисунок 16 - Окно профиля визуализации «Тест\_вращение» для поверки ИК BF

- - Цифровой элемент, для отображения измеряемых значений ИК BF
- - Цифровой элемент для регистрации измеряемых значений ИК BF
- - кнопка «Замерить»
- - Окно ПО тахометра оптического

9.7.1.9 УБЕДИТЬСЯ, ЧТО ОБОРУДОВАНИЕ ОСТАНОВЛЕНО.

9.7.1.10 Зайти в помещение РМ6, выполнить переключения для 2-го канала в соответствии со схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 6.

9.7.1.11 ПОКИНУТЬ ПОМЕЩЕНИЕ РМ6.

9.7.1.12 Повторить измерения для 2-го канала.

9.7.1.13 По завершению всех измерений кликнуть кнопку «очистить».

9.7.1.14 В папке protokols найти файл протокола измерений в формате «csv», открыть и сохранить в формате «.xls», выгрузить данные в таблицу (Таблица 6).

Таблица 6 - Результаты измерений ИК частоты периодического сигнала соответствующей расчетным значениям оборотов (BF) в диапазоне от 10 Гц до 500 Гц (от 600 об/мин до 30000 об/мин).

№	Частота периодического сигнала измеренная тахометром оптическим Гц (1 метка)	Расчетное значение частоты периодического сигнала измеренное тахометром оптическим Гц (2 метки)	Частота периодического сигнала измеренная ИК СПИИ Гц (2 метки)	Приведенная к верхнему пределу измерений (ВП) погрешность измерений ИК СПИИ, %
1				
2				
3				
4				
5				

9.7.1.15 Из ПО тахометра оптического выгрузить данные измерений в файл программы Microsoft Excel, кликнув по кнопке «Загрузить проект». Установить значения частоты измеренные тахометром одновременно с СПИИ по меткам времени ПК (регистрируются автоматически в файлах ПО тахометра и ПО СПИИ) и выгрузить их в таблицу (Таблица 6), выполнить пересчет показаний для 2-х меток.

9.7.1.16 Используя программу Microsoft Excel, определить максимальную приведенную к ВП погрешность измерений по формулам (1) (4) раздела 10.

9.7.1.17 Результаты определения МХ считать положительными, если для всех контролируемых точек приведенная к ВП погрешность измерения находится в допустимых пределах  $\pm 1$  %. В противном случае ИК бракуются и направляются в ремонт.

9.7.1.18 Убедиться, что оборудование камеры вращения остановлено, перейти к следующей операции поверки.

9.8 Определение метрологических характеристик ИК частоты периодического сигнала соответствующих расчетным значениям оборотов (BF) в диапазоне от 500 Гц до 17500 Гц соответствующим расчетным значениям оборотов.

9.8.1.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком (

9.8.1.2 Рисунок 17) и схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 6.

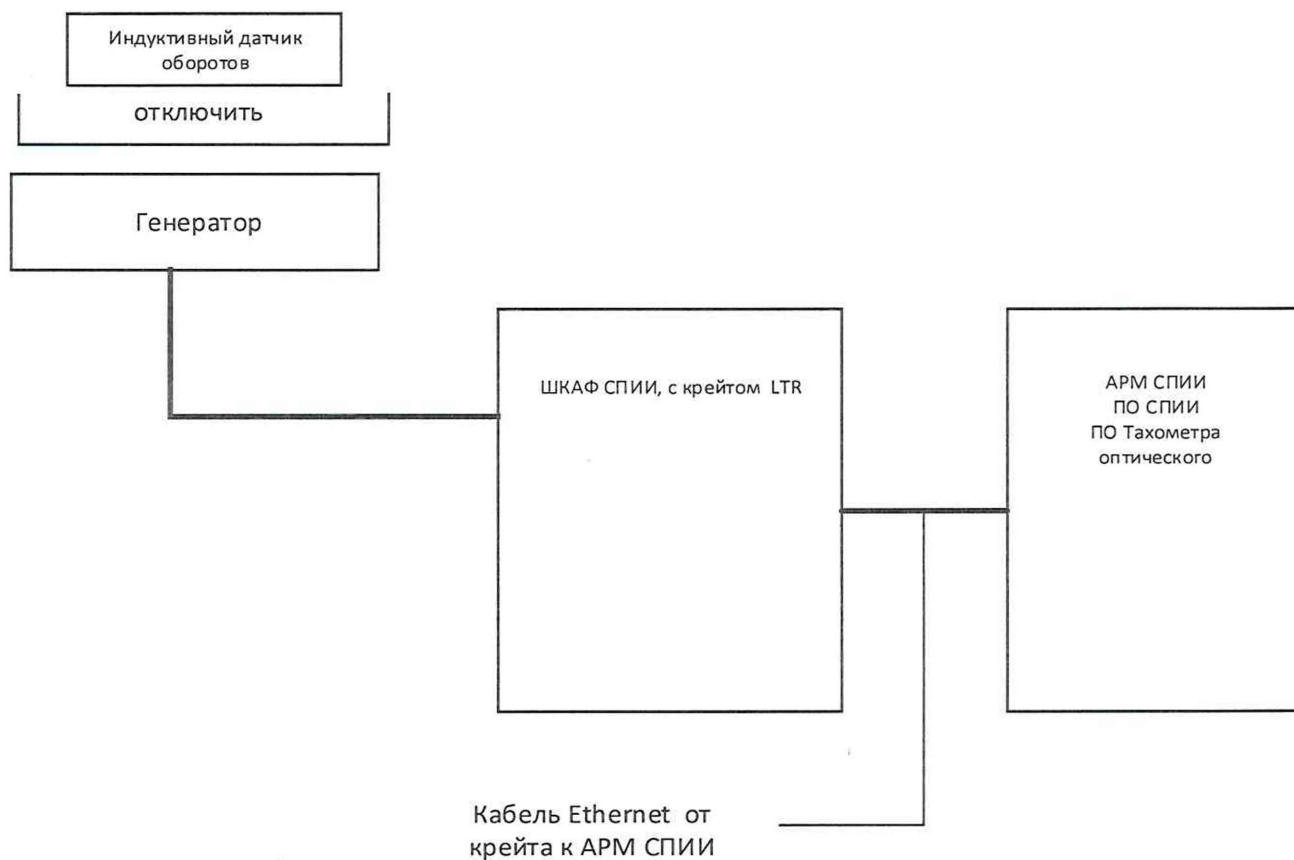


Рисунок 17 – Схема поверки ИК частоты периодического сигнала соответствующих расчетным значениям оборотов (BF1) в диапазоне от 500 Гц до 1750 Гц соответствующим расчетным значениям оборотов

9.8.1.3 Номинальные значения частоты периодического сигнала в контрольных точках исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью генератора в единицах измерения Гц, амплитудой 5 В в соответствии с таблицей (Таблица 7) и регистрировать соответствующие значения оборотов, на экране ПК в приложении «Визуализатор», в профиле визуализации «Тест\_вращение», в элементе «Протокол», кликая по полю «Замерить» рисунок (Рисунок 16) для первого канала.

9.8.1.4 Повторить измерения для 2-го канала, выполнив переключения в соответствии с схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 6.

9.8.1.5 По завершению всех измерений кликнуть кнопку «очистить».

Таблица 7 - Контрольные точки для определения метрологических характеристик ИК частоты периодического сигнала соответствующих расчетным значениям оборотов (BF1) в диапазоне от 1000 до 3500 Гц

№	Значение частоты периодического сигнала, подаваемое от генератора, Гц для 1-метки	Значение частоты периодического сигнала, подаваемое от генератора, Гц для 2-х меток	Расчетное значение частоты, об/мин	Зарегистрированное СПИИ количество оборотов в минуту	Приведенная к ВП погрешность ИК СПИИ, %
1	500	1000	30000		
2	750	1500	45000		
3	1000	2000	60000		
4	1500	3000	75000		
5	1750	3500	105000		

9.8.1.6 В папке protocols найти файл протокола измерений в формате «csv», открыть и сохранить в формате «.xls», выгрузить данные в таблицу (Таблица 7).

9.8.1.7 Приведённую к верхнему пределу (ВП) погрешность измерений ИК рассчитать по формулам (1) и (4) раздела 10.

9.8.1.8 Результаты определения МХ считать положительными, если для всех контролируемых точек приведенная к ВП погрешность измерения находится в допустимых пределах  $\pm 0,5\%$ . В противном случае ИК бракуются и направляются в ремонт.

9.8.1.9 Оформить протокол по форме 2Б приложения Б в соответствии с данными таблицы (Таблица 7), для каждого поверяемого ИК.

9.8.1.10 Остановить сбор данных.

9.9 Определение метрологических характеристик ИК температуры бесконтактным методом (Тругометр)

9.9.1 Проверить наличие действующих сведений о поверке (действующего свидетельства о поверке) на пирометр Кельвин АРТО 1300 (номер в ФГИС АРШИН 58744-14).

9.9.2 Определить максимальную абсолютную погрешность ЭЧ ИК измерения температуры бесконтактным способом.

9.9.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком (Рисунок 18).

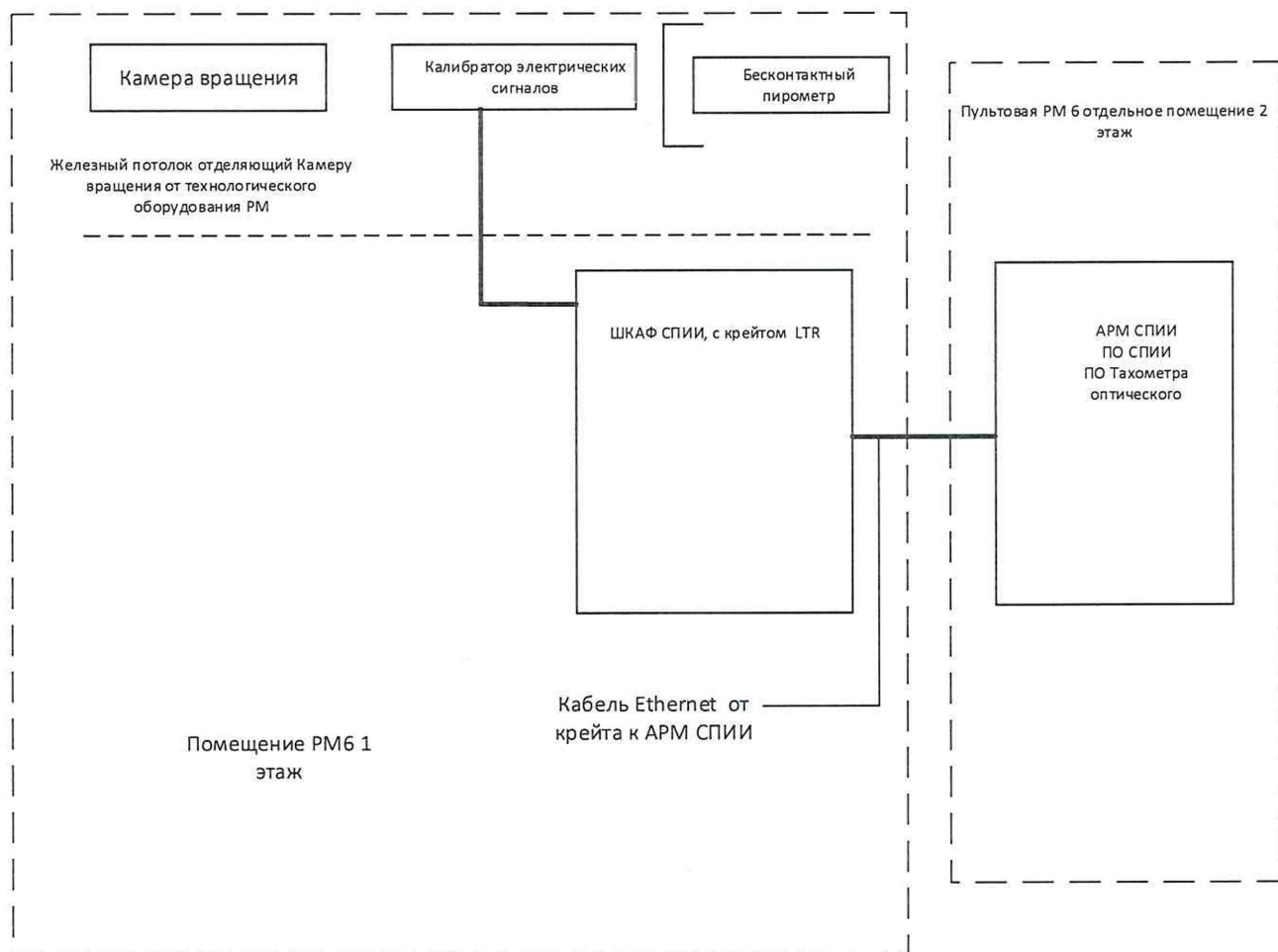


Рисунок 18 – Схема поверки ИК измерения температуры бесконтактным способом.

9.9.2.2 К клемнику ХТ4.1 в шкафу СПИИ к первому каналу подключить кабель пирометра в соответствии со схемой ЛАСУ.421413.482.20.000ЭЗ лист 8.

9.9.2.3 В приложении «Конфигуратор» загрузить конфигурацию «Тест бесконтактного измерения температуры» и запустить сбор, регистрацию и визуализацию, в визуализатор загрузить профиль тест «ТЕСТ\_БЕСКОНТ\_ИЗМ\_Т».

9.9.2.4 Номинальные значения силы постоянного тока в контрольных точках исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерения мА, в соответствии с таблицей (Таблица 8) и регистрировать соответствующие значения температуры, на экране ПК в приложении «Визуализатор», в профиле визуализации «ТЕСТ\_БЕСКОНТ\_ИЗМ\_Т», в элементе «Протокол», кликая по полю «Замерить» рисунок (Рисунок 19) для первого канала.

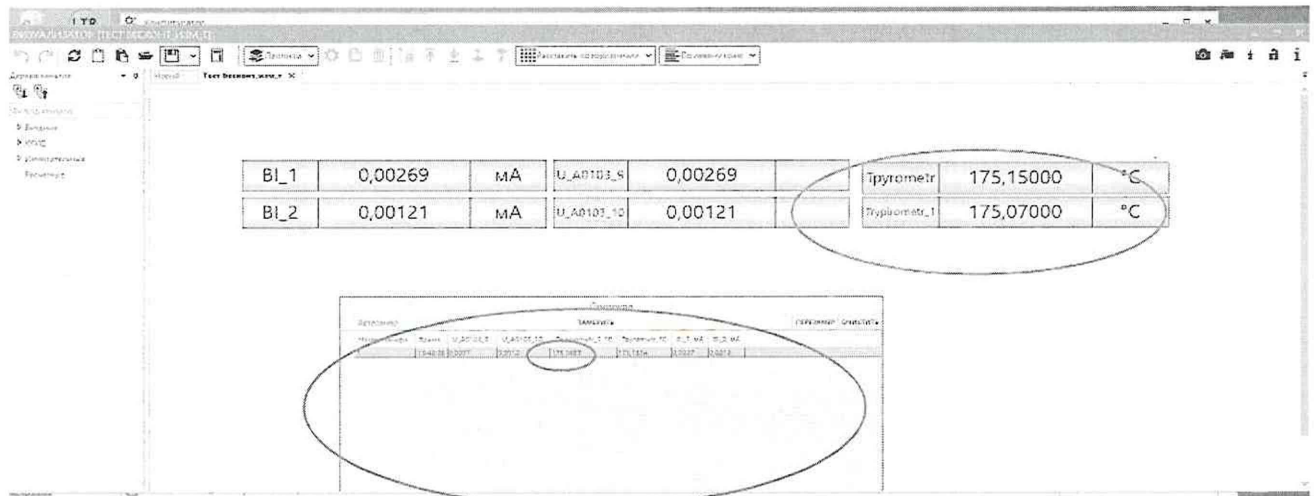


Рисунок 19 - Окно профиля визуализации «ТЕСТ\_БЕСКОНТ\_ИЗМ\_Т» для поверки ИК Тругометр

- Цифровой элемент, для отображения измеряемых значений ИК Тругометр
- Цифровой элемент «Протокол» для регистрации измеряемых значений ИК Тругометр

Тругометр

○ - кнопка «Замерить»

9.9.2.5 Повторить измерения для ЭЧ 2-го ИК.

9.9.2.6 По завершению всех измерений кликнуть кнопку «очистить».

9.9.2.7 В папке protokols найти файл протокола измерений в формате «csv», открыть и сохранить в формате «.xls», выгрузить данные в таблицу (Таблица 8).

Таблица 8 - Контрольные точки для определения метрологических характеристик ЭЧ ИК температуры бесконтактным методом (Тругометр)

№	Подаваемый ток, мА	Расчетный сигнал температуры с пирометра, К / (°C)	Зарегистрированное значение температуры с пирометра, К / (°C)	Абсолютная погрешность ЭЧИК СПИИ К / (°C)	Абсолютная погрешность Пирометра в соответствии с описанием типа, К / (°C)	Суммарная абсолютная погрешность ИК, К / (°C)
1	4,00	673,15 (400,00)				
2	8,00	898,15 (625,00)				
3	16,00	1348,15 (1075,00)				
4	20,00	1573,15 (1300,00)				

9.9.2.8 Абсолютную погрешность для каждой ЭЧ ИК температуры бесконтактным методом (Тругометр) рассчитать по формуле (1) раздела 10.

9.9.2.9 Абсолютную погрешность в каждой контрольной точке ПП рассчитать в соответствии с его паспортом.

9.9.2.10 Рассчитать максимальную суммарную абсолютную погрешность ИК температуры бесконтактным методом (Тругometr) по методике приведенной в приложении В.

9.9.2.11 Результаты определения МХ считать положительными если расчетное значение суммарной абсолютной погрешности измерения находится в пределах  $\pm 15 \text{ K} / (^\circ\text{C})$ . В противном случае ИК бракуются и направляются в ремонт.

9.9.2.12 Оформить протокол по форме ЗБ приложения Б для каждого поверяемого ИК.

9.9.2.13 Остановить сбор данных.

9.10 Экспериментальное подтверждение наличия/отсутствия значения погрешности возникающей при вращении блока вращающихся соединений при частоте в диапазоне от 10 до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин).

9.10.1 Проверка выполняется при имитации максимального количества измеряемых параметров, при максимальных измеряемых значениях:

– при одновременном подключении имитатора термометра сопротивления по 4-х проводной схеме и имитатора термоэлектрического преобразователя по 2-х проводной схеме;

– при одновременном подключении, имитатора тензометрического преобразователя по 3-х проводной схеме и имитатора термоэлектрического преобразователя по 2-х проводной схеме.

9.10.2 Частоту вращения блока вращающихся соединений контролировать тахометром оптическим ДО-03-04. Перед проведением испытаний убедиться, что тахометр оптический ДО-03-04 установлен в помещении разгонной камеры и подключен к Ethernet, на ПК СПИИ открыто приложение ПО тахометра, выполнен его запуск.

9.10.3 Подготовить разгонную камеру к работе, соблюдая правила безопасности.

9.10.4 В Программном обеспечении СПИИ запустить конфигурацию «Тестирование\_вращение», запустить сбор данных и регистрацию в приложении «Визуализатор» загрузить профиль «Тест\_вращение» (Рисунок 16).

9.10.5 К клемнику ХТ10 подключить магазин сопротивлений и калибратор электрических сигналов в соответствии с рисунком (Рисунок 20). В шкафу СПИИ провести необходимые переключения выходов стационарной кабельной сети (к ИК ВТt и к ИК ВTR) в соответствии со схемой ЛАСУ.421413.482.20.001ЭЗ, проверить правильность подключения, изменяя значения электрических сигналов и наблюдая за их изменением на экране монитора ПК.

9.10.6 На магазине и калибраторе выставить значения измеряемых параметров в соответствии с таблицами: (Таблица 9) и (Таблица 10) измерить значения параметров в стационарном состоянии на экране ПК в приложении «Визуализатор», в профиле визуализации «Тест\_вращение», в элементе «Протокол», кликая по полю «Замерить». Убедиться, что разгонная камера готова к работе и выйти из помещения.

9.10.7 УБЕДИТЬСЯ, ЧТО В ПОМЕЩЕНИИ РМ-6 ОТСУТСТВУЕТ ПЕРСОНАЛ

9.10.8 Запустить камеру в работу и выполнить измерения значений из таблиц (Таблица 9) и (Таблица 10) при 5-и разных значениях частоты вращения в диапазоне от 10 Гц до 600 Гц (от 600 до 30000 об/мин), изменяя частоту вращения от автоматизированной системы управления (АСУ) и контролируя значения частоты вращения по показаниям тахометра в его ПО. Снять показания значений ИК на экране ПК в приложении «Визуализатор», в профиле визуализации «Тест\_вращение», в элементе «Протокол», кликая по полю «Замерить».и занести их в таблицы, выключить вращение.

9.10.9 Убедиться, что разгонная камера остановлена, зайти в помещение подключить магазин сопротивлений по трехпроводной схеме к клемнику ХТ 10 в соответствии с рисунком (Рисунок 21) и со схемой ЛАСУ.421413.482.20.001ЭЗ., калибратор оставить подключенным (проверить, что он находится в рабочем режиме «ON» ).

9.10.10 В шкафу СПИИ провести необходимые переключения выходов стационарной кабельной сети (к ИК ВТt и к ИК Вtenzo), проверить правильность подключения, изменяя значения электрических сигналов и наблюдая за их изменением на экране монитора.

9.10.11 На магазине и калибраторе выставить значения измеряемых параметров в соответствии с таблицами: (Таблица 9), (Таблица 11), измерить значения параметров в стационарном состоянии.

9.10.12 Выполнить шаги 9.10.8 для всех измеряемых значений таблиц: (Таблица 9) и (Таблица 11).

9.10.13 Абсолютную погрешность рассчитать по формуле (1).

9.10.14 Приведённую к верхнему пределу (ВП) погрешность измерений ИК рассчитать по формуле (4).

9.10.15 Приведённую к диапазону (ДИ) погрешность измерений ИК рассчитать по формуле (3).

9.10.16 Сравнить значения погрешности для контрольных значений в таблицах (Таблица 9), (Таблица 10), (Таблица 11).

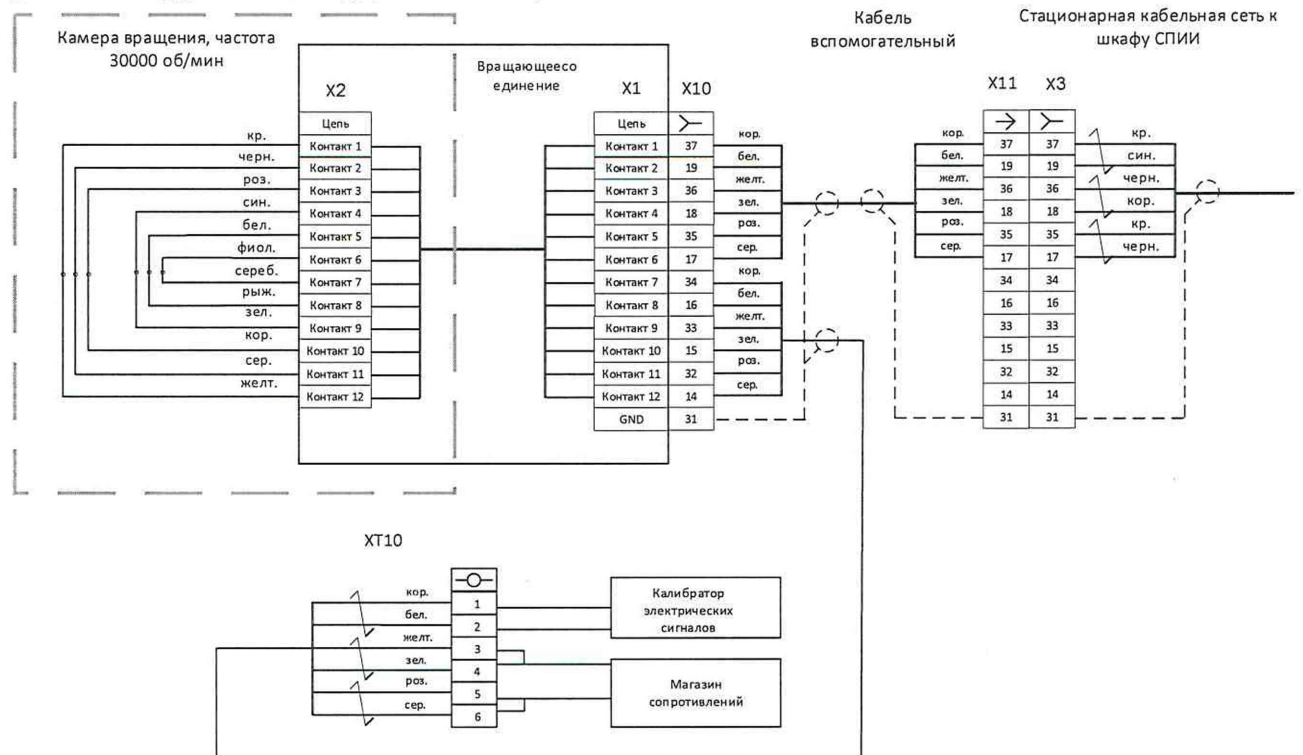


Рисунок 20 - Схема подключения для экспериментального подтверждения наличия/отсутствия значения погрешности возникающей при вращении блока вращающихся соединений при частоте в диапазоне от 10 до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин) ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей от 77,15 до 1373,15 К (от минус 196 °С до 1100 °С (ВТt)) и ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления от 223,15 до 473,15 К (от минус 50 °С до 200 °С) (ВТR).



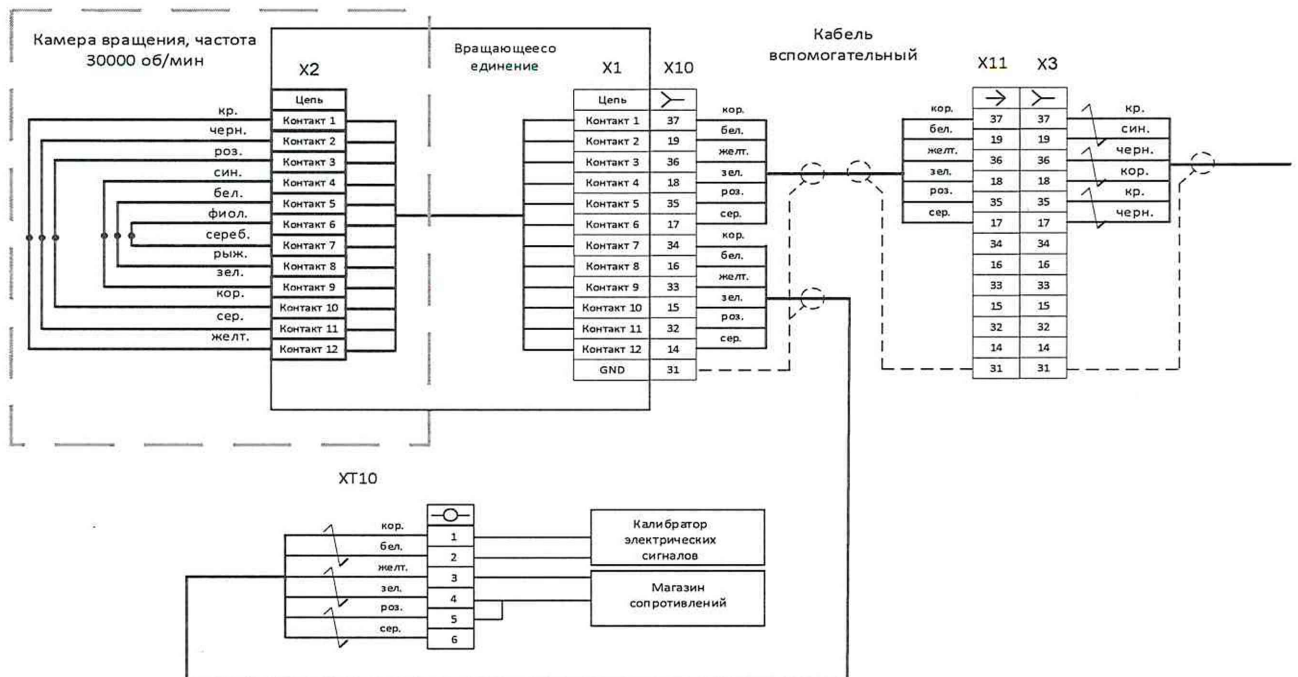


Рисунок 21 - Схема подключения для экспериментального подтверждения наличия/отсутствия значения погрешности возникающей при вращении блока вращающихся соединений при частоте в диапазоне от 10 до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин) ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей от 77,15 до 1373,15 К (от минус 196 °С до 1000 °С) (ВТt) и ИК напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 10 до 10 мВ.

9.10.17 Значения погрешности возникающей при вращении блока вращающихся соединений при частоте в диапазоне от 10 до 500 Гц (от 600) до 30000 об/мин) считать пренебрежимо малыми, если  $\gamma_{\text{вращ}}$   $\Delta_{\text{вращ}}$  находятся в границах:

- Для ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей (ВТt)  $\pm 0,1$  % от ВП;
- Для ИК сопротивления постоянному току, соответствующих значениям температуры в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления (ВТR)  $\pm 0,09$  Ом ( $\pm 0,2$  К / (°С));
- Для ИК напряжения постоянного тока (Втенzo)  $\pm 0,1$  % от ДИ.

9.10.18 Заполнить таблицы (Таблица 9), (Таблица 10), (Таблица 11) и протокол испытаний.

9.10.19 Для периодической поверки установить следующие допускаемые пределы погрешностей в стационарном состоянии:

- Для ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей (ВТt)  $\pm 0,4$  % от ВП;
- Для ИК сопротивления постоянному току, соответствующих значениям температуры в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления (ВТR)  $\pm 0,77$  Ом ( $\pm 1,8$  К / (°С))
- Для ИК напряжения постоянного тока (Втенzo)  $\pm 0,9$  % от ДИ.

9.10.20 Если значения погрешности возникающей при вращении блока вращающихся соединений при частоте в диапазоне от 10 до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин) находятся в пределах по п.9.10.17, то выполнение определения МХ ИК СПИИ при вращении сделать обязательным только для первичной поверки.

Таблица 9 - Контрольные точки для экспериментального подтверждения наличия/отсутствия значения дополнительной погрешности возникающей при вращении блока вращающихся соединений при частоте в диапазоне от 10 до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин) об/мин для ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований термоэлектрических преобразователей (ВТt)

№	Частота вращения вала камеры Гц (об/мин)	Значения напряжения постоянного тока, от калибратора, мВ	Значения напряжения, измеренные ИК СПИИ, в стац. состоянии, мВ	Значения напряжения измеренные ИК СПИИ, при вращении мВ	Приведенная к ВП погрешность измерения температуры, ИК СПИИ, в стац. состоянии устац, %	Приведенная к ВП доп., погрешность измерения температуры, ИК СПИИ, при вращении и увр, %	Значение приведенной к ВП погрешности измерения напряжения, при влиянии вращения уввращ, %	Значения температуры, по ГОСТ Р 8.585-2001, К / (°С)	Значения температуры, измеренные ИК СПИИ, в стац. состоянии, К / (°С)	Значения температуры, измеренные ИК СПИИ, при вращении К / (°С)	Приведенная к ВП погрешность измерения температуры, ИК СПИИ, в стац. состоянии устац, %	Приведенная к ВП доп., погрешность измерения температуры, ИК СПИИ, при вращении увр, %	Значение приведенной к ВП погрешности измерения температуры, при влиянии вращения уввращ, %
1	10 (600)	45,119						1373,15 (1100)					
2		45,119						1373,15 (1100)					
3		45,119						1373,15 (1100)					
4		45,119						1373,15 (1100)					
5	500 (30000)	45,119						1373,15 (1100)					

Таблица 10 Контрольные точки для экспериментального подтверждения наличия/отсутствия значения дополнительной погрешности возникающей при вращении блока вращающихся соединений при частоте в диапазоне от 10 Гц до 600 Гц (от 600 до 30000 об/мин) ИК сопротивления постоянному току, соответствующему значениям температуры в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления (ВТР)

№	Частота вращения вала камеры, Гц (об/мин)	Подаваемое сопротивление, Ом	Значения сопротивления, измеренные ИК СПИИ, в стац. состоянии, Ом	Значения сопротивления, измеренные ИК СПИИ, при вращении Ом	Абсолютная погрешность ИК СПИИ, в стац. состоянии, $\Delta_{\text{стац}}$ , Ом	Абсолютная доп. погрешность ИК СПИИ, при вращении, $\Delta_{\text{вр}}$ , Ом	Значение абсолютной погрешности, ИК, при вращении $\Delta_{\text{вращ}}$ , Ом	Расчетное значение температуры, К / (°C)	Значения температуры, измеренные ИК СПИИ, в стац. состоянии, К / (°C)	Значения температуры, измеренные ИК СПИИ, при вращении К / °C)	Абсолютная погрешность ИК СПИИ, в стац. состоянии, $\Delta_{\text{стац}}$ , К / (°C)	Абсолютная доп. погрешность ИК СПИИ, при вращении, $\Delta_{\text{вр}}$ , К / (°C)	Значение абсолютной погрешности, ИК, при вращении $\Delta_{\text{вращ}}$ , К / (°C)
1	10 (600)	185,6						473,15 (200,00)					
2		185,6						473,15 (200,00)					
3		185,6						473,15 (200,00)					
4		185,6						473,15 (200,00)					
5	500 (3000)	185,6						473,15 (200,00)					

Таблица 11 Контрольные точки для экспериментального подтверждения наличия/отсутствия значения дополнительной погрешности возникающей при вращении блока вращающихся соединений при частоте в диапазоне от 10 до 500 Гц (от 600 до 30000 об/мин) ИК напряжения постоянного тока (Втензо)

№	Подаваемое сопротивление, Ом	Частота вращения вала камеры, Гц (об/мин)	Расчетный сигнал имитации разбаланса с тензодатчика сопротивлением 200 Ом, мВ	Зарегистрированные СПИИ значения разбаланса, в стац. состоянии мВ	Зарегистрированные СПИИ значения разбаланса, при вращении мВ	Приведённая к диапазону измерений (ДИ) погрешность измерений ИК в стационарном состоянии СПИИ, устац, %	Приведённая к диапазону измерений (ДИ) погрешность измерений ИК СПИИ, при вращении увр %	Значение приведенной к ДИ погрешности измерения напряжения, при влиянии вращения $\gamma_{\text{вращ}}$ , %
1.	201,6	10 (600)	9,96					
2			9,96					
3			9,96					
4			9,96					
5		500 (30000)	9,96					

□

## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 10.1 Расчет характеристик погрешности

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

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

где  $A_{э}$  - значение физической величины, установленное рабочим эталоном;

$A_j$  - значение физической величины измеренное измерительным каналом;

$\Delta A_j$  - абсолютная погрешность измерения значения физической величины.

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

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

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

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

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

где:  $P_j$  - значение верхнего предела измерений;

$P_i$  - значение нижнего предела измерений.

### 10.1.4 Расчет значений приведенной (к ВП) погрешности

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

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

### 10.1.5 Расчет среднего значений физической величины

Среднее значение определяется по формуле:

$$A_C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad (5)$$

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении Б.

11.2 При положительных результатах поверки вносятся сведения о поверке в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и выдается свидетельство о поверке в соответствии с положениями Приказа Минпромторга РФ № 2510 от 31.08.2020 г.

11.3 Знак поверки наносится на боковую панель стойки приборной № 1 рядом с маркировкой СПИИ.

11.4 При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики система к дальнейшей эксплуатации не допускается и выдается извещение о непригодности в соответствии с положениями Приказа Минпромторга РФ № 2510 от 31.08.2020 г. В извещении указывается причина непригодности и приводится указание о направлении в ремонт или невозможности дальнейшего использования системы.

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

Начальник 201 отд.  
ФГБУ ВНИИМС



И.М. Каширкина

Ведущий инженер 201 отд.  
ФГБУ ВНИИМС



С.Н. Чурилов



Приложение А  
(рекомендуемое)  
Форма

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_  
Должность ответственного лица\_\_\_\_\_  
Подпись  
ответственного лица\_\_\_\_\_  
Фамилия инициалы  
ответственного лица

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

Перечень ИК СПИИ подлежащих периодической поверке « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Тип и обозначение поверяемого ИК	Диапазон ИК	Допускаемая погрешность ИК	Состав ИК	Метод поверки
ВРІ	От 4 до 20 мА	$\pm 0,5 \%$		
ВU	От 0 до 10 В	$\pm 1,0 \%$		

Приложение Б  
(рекомендуемое)

ФОРМА 1Б  
Протокол идентификации ПО СПИИ № \_\_\_\_\_

Место проведения: \_\_\_\_\_

дата <дд.мм.гггг>

Идентификация проводится для метрологически значимой части ПО Системы испытаний автоматизированной.

Таблица 1 Данные ПО из формуляра.

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	ACTest Platform	ACTest Cloud
Номер версии (идентификационный номер) ПО		

Таблица 2 Результаты идентификации:

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	ACTest Platform	ACTest Cloud
Номер версии (идентификационный номер) ПО		

Результаты идентификации: название, и Номер версии ПО соответствуют указанным в формуляре

Вывод Результаты идентификации положительные.

Исполнитель \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_



ФОРМА 2Б  
 Протокол поверки № \_\_\_\_\_

Место проведения: \_\_\_\_\_

дата <дд.мм.гггг>

(Поверяемый) параметр: <имя>, <описание>

Диапазон измерения: от до

Абсолютная допускаемая погрешность:  $\pm$ ...ед.изм / Допускаемая приведённая к верхнему пределу измерений погрешность:  $\pm$ .... %

Метод поверки: <название метода> комплектный /поэлементный

Компонентный состав поверяемого канала:

Первичный преобразователь:

2 ЭЧ ИК

Сведения о пверке ПП (только при поэлементном способе поверки) \_\_\_\_\_

Условия поверки:

Температура окружающей среды, °С:

Относительная влажность, %:

Давление, кПа:

Применяемые рабочие эталоны:

№	Наименование СИ	Диапазон измерения	Метрологические характеристики СИ	Дата испытаний, № свидетельства

Таблица 2 Результаты поверки:

№ КТ	Значение Сигнала от рабочего эталона $A_э$ , ед.изм	Значение измеренного сигнала $A$ , ед. изм.	Абсолютная погрешность ИК, $\Delta$ , ед.изм. /Приведенная к ВП/ДИ погрешность ИК %

Результаты поверки:

Максимальная абсолютная погрешность  $\Delta =$  \_\_\_\_\_ ед. изм. / приведенная к ВП/ДИ погрешность  
ИК = %

Вывод      Годен/Не годен

Исполнитель \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_

ФОРМА 3Б  
 Протокол поверки № \_\_\_\_\_

Место проведения: \_\_\_\_\_

дата <дд.мм.гггг>

(Поверяемый) параметр: <имя>, <описание>

Диапазон измерения: от до

Допускаемая приведённая к верхнему пределу измерений/ диапазону измерений и погрешность: ±....  
 %

Метод поверки: <название метода> комплектный /поэлементный

Компонентный состав поверяемого канала:

Первичный преобразователь:

ЭЧ

Сведения о поверке ПП (только при поэлементном способе поверки) \_\_\_\_\_

Условия поверки:

Температура окружающей среды, °С:

Относительная влажность, %:

Давление, кПа:

Применяемые эталоны:

№	Наименование СИ	Диапазон измерения	Метрологические характеристики СИ	Дата испытаний, № свидетельства

Таблица 2 - Результаты поверки:

№ Измерения	Значение образцового сигнала $A_{э}$ , ед.изм	Значение измеренного сигнала $A$ , ед. изм.	Погрешность ЭЧ ИК,	Погрешность Первичного преобразователя,	Погрешность ИК

Результаты поверки:

Максимальная погрешность ИК =

Вывод      Годен/Не годен

Исполнитель \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_

Приложение В  
(рекомендуемое)

Методика расчета суммарной погрешности ИК температуры бесконтактным методом СПИИ по погрешностям его компонентов.

В соответствии с п. 8.1 ГОСТ Р 8.736-2011 суммарная абсолютная погрешность измерения ИК температуры бесконтактным методом °С ( $\Delta_{\text{ИКс}}$ ) рассматривается как неисключенная систематическая погрешность (НСП) и образуется из погрешностей компонентов канала.

Суммарная погрешность ИК температуры бесконтактным методом рассчитывается по формуле (7), п. 8.2, ГОСТ Р 8.736-2011.

Составляющими суммарной погрешности ИК температуры бесконтактным методом являются погрешности его компонентов: абсолютная погрешность первичного преобразователя, °С ( $\Delta_{\text{ПП}}$ ) и абсолютная погрешность электрической части измерительного канала СПИИ, °С ( $\Delta_{\text{ИК Трyгометр}}$ ).

В соответствии с пунктом 8.2, ГОСТ Р 8.736-2011, при наличии менее трех составляющих суммарная погрешность ИК температуры бесконтактным методом рассчитывается по формуле (1В):

$$\Delta_{\text{ИКс}} = \Delta_{\text{ПП}} + \Delta_{\text{ИК Трyгометр}}, \quad (1В)$$

Где  $\Delta_{\text{ПП}}$  – абсолютная погрешность первичного преобразователя °С;

$\Delta_{\text{ИК Трyгометр}}$  – абсолютная погрешность электрической части измерительного канала СПИИ °С;

$\Delta_{\text{ИКс}}$  – абсолютная суммарная погрешность измерительного канала температуры бесконтактным методом СПИИ, °С.