

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ ПРИБОРА «ТАММ-20М»  
В ЦЕЛЯХ УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профилю «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством  
в машиностроении»

Идентификационный код ВКР: 350

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации  
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ ПРИБОРА «ТАММ-20М»  
В ЦЕЛЯХ УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профилю «Машиностроение и материалобработка»  
профилизации «Сертификация, метрология и управление качеством  
в машиностроении»

Исполнитель:  
студентка группы КМ-402

Д.А. Устакова

Руководитель:  
доцент кафедры ТМС,  
канд. пед. наук, доцент

Т.Б. Соколова

Нормоконтролер:  
доцент кафедры ТМС,  
канд. пед. наук, доцент

А.С. Кривоногова

Екатеринбург 2018

## **АННОТАЦИЯ**

Выпускная квалификационная выполнена на 68 страницах, содержит 7 рисунков, 10 таблиц, 31 источник литературы, а также 6 приложений на 38 страницах.

Ключевые слова: УТВЕРЖДЕНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, СРЕДСТВО ИЗМЕРЕНИЙ, ПРОГРАММА ИСПЫТНИЙ, МЕТОДИКА ПОВЕРКИ, ОПИСАНИЕ ТИПА, ТАММ-20М, ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ.

Устакова Д.А. Разработка программы испытаний прибора «ТАММ-20М» в целях утверждения типа: выпускная квалификационная работа / Д.А. Устакова; Рос. гос. проф.-пед. ун-т; Институт инж.-пед. образования, каф. технологии машиностроения, сертификации и методики профессионального обучения. – Екатеринбург, 2018. – 106 с.

Целью работы является разработка программы испытаний прибора «ТАММ-20М» и ее апробация.

В выпускной квалификационной работе разработана и апробирована программа испытаний для средства измерений типа «ТАММ-20М» в целях утверждения типа. Проведены испытания «ТАММ-20М» в соответствии с разработанной программой.

Проанализированы требования нормативных и законодательных документов к утверждению типа средств измерений.

Проанализирован профессиональный стандарт «Специалист по метрологии». Разработаны методические материалы для повышения квалификации поверителей.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ И НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ К УТВЕРЖДЕНИЮ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ .....	7
1.1. Обзор документов, используемых при утверждении типа средств измерений.....	8
1.2. Процедура утверждения типа средств измерений.....	12
1.3. Комплект документов для утверждения типа средств измерений .....	23
2. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА ПРИБОРА «ТАММ-20М» .....	33
2.1. Процедура утверждения типа средства измерения прибора «ТАММ-20М».....	33
2.2. Описание измерителя комбинированного «ТАММ-20М» .....	37
2.3. Разработка программы испытаний прибора «ТАММ-20М» .....	43
2.4. Проведение испытаний прибора «ТАММ-20М».....	47
3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ.....	54
3.1. Анализ профессионального стандарта «Специалист по метрологии».....	54
3.2. Формирование содержания методических для повышения квалификации поверителей .....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Заявка на проведение испытаний .....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Область аккредитации .....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Программа испытаний .....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Протокол испытаний .....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Презентация теоретического занятия.....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Акт о внедрении.....	106

## ВВЕДЕНИЕ

Для того, чтобы узаконить новое средство измерений необходимо пройти процесс утверждения типа. Необходимость подтверждения обусловлена Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений». Это позволит обеспечить соблюдение установленных законодательством Российской Федерации требований, включая обязательные метрологические требования к измерениям, метрологические и технические требования к средствам измерения. Процесс утверждения типа – стандартизованный процесс, который регулирует Росстандарт [1].

Изготовитель прибора должен разработать комплект документов для направления его в Росстандарт, который состоит из методики поверки, программы испытаний и проекта описания типа, акта и протокола испытаний.

Фирма ООО «ТестЭйр» занимается выпуском средств измерений различного рода применения. Чтобы узаконить средство измерения нужно утвердить его тип, которое ООО «ТестЭйр» проводит с обращением в ФБУ «УРАЛТЕСТ». ФБУ «УРАЛТЕСТ» должен провести испытания средства измерения, а также подготовить необходимый комплект документов для утверждения типа. После получения удовлетворительных результатов испытания и полного комплекта документов ФБУ «УРАЛТЕСТ» отправляет их в Росстандарт. Далее Росстандарт принимает решение об утверждении типа средства измерения.

Объект – процедура утверждения типа средства измерения.

Предмет – программа испытаний прибора «ТАММ-20М».

Цель работы – разработка программы испытаний прибора «ТАММ-20М» и ее апробация.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

– анализ требований законодательных и нормативных документов к утверждению типа средства измерения;

– разработка программы испытаний для утверждения типа прибора «ТАММ-20М»;

– подготовка методических материалов для повышения квалификации поверителей в части применения методики поверки прибора «ТАММ-20М».

# **1. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ И НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ К УТВЕРЖДЕНИЮ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**

В Федеральном законе № 102 «Об обеспечении единства измерений», статье 11 сказано, что государственное регулирование в области обеспечения единства измерений осуществляется в шести формах:

- утверждение типа средств измерений;
- поверка средств измерений;
- метрологическая экспертиза;
- метрологический надзор;
- аттестация методик измерений;
- аккредитация лиц на оказание услуг в области обеспечения единства измерений [16].

Следовательно, утверждение типа средств измерений является одной из форм государственного регулирования.

Ниже рассмотрим сведения об утверждении типа средств измерений, которые приводятся в 12 статье текущего закона:

- при утверждении типа средств измерений устанавливаются показатели точности, межповерочный интервал, методику измерений;
- решение об утверждении типа средств измерений принимается федеральным органом исполнительной власти (Росстандарт);
- утверждение типа средств измерений подтверждается свидетельством об утверждении типа средств измерений;
- на каждый экземпляр образца средства измерения предоставляется сопроводительные документы со знаком утверждения типа. Конструкция средства измерения должна обеспечить возможность нанесения знака;
- испытание средств измерения проводятся лицами, аккредитованными на данную деятельность;

- сведения об утвержденных типах средств измерений вносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (Государственный реестр);
- порядок процедуры утверждения типа средств измерений, формы документации определяет Росстандарт;
- средства измерения, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования, могут быть представлены в добровольном порядке [16].

### **1.1. Обзор документов, используемых при утверждении типа средств измерений**

Все нормативные и законодательные документы, используемые при утверждении типа средств измерений можно разделить на две группы:

1. Применяемые к процедуре утверждения типа средств измерений.
2. Применяемые к документации, сопровождающей процедуру утверждения типа средств измерений.

К документам первой группы можно отнести:

- Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102 [16];
- Приказ Минпромторга РФ №1081 «Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, Порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения» [19];
- Приказ Минпромторга РФ № 970 «Об утверждении Административного регламента по предоставлению Федеральным агентством по техническому



регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений» [17].

– Решение Совета ЕЭК № 98 «Об утверждении Порядка утверждения типа средств измерений» [20].

К документам второй группы можно отнести:

– МИ 3290-2010 «Рекомендации по подготовке и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа» [15];

– РМГ 51-2002 «ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения» [25];

– Р 50.2.077-2014 «ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения» [24];

– ГОСТ 19.301–79 «Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению» [2].

Ниже рассмотрим документы первой группы, применяемые в отношении процедуры утверждения типа, их структуру и предмет регулирования.

Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» № 102 регулирует отношения, возникающие при выполнении измерений, соблюдении требований к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, применении стандартных образцов, средств измерений, методик измерений, а также при осуществлении деятельности по обеспечению единства измерений [16].

Закон состоит из десяти глав:

– общие положения;

– требования к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений;

– государственное регулирование в области обеспечения единства измерений;

– калибровка средств измерений;

– аккредитация в области обеспечения единства измерений;

- Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- организационные основы обеспечения единства измерения;
- ответственность за нарушение законодательства Российской Федерации об обеспечении единства измерений;
- финансирование в области обеспечения единства измерений;
- законодательные положения.

Статья 11 текущего закона определяет утверждение типа средств измерений, как форму государственного регулирования. В статье 12 приводятся сведения, касающиеся утверждения типа средств измерений.

Приказ Минпромторга РФ №1081 утверждает:

- порядок проведения испытаний в целях утверждения типа;
- порядок утверждения типа;
- порядок выдачи свидетельств об утверждении типа;
- требования к знакам утверждения типа.

А также включает в себя три раздела:

- общие положения;
- испытания стандартах образцов;
- испытания средств измерений;

Приказ Минпромторга РФ № 970 определяет сроки и последовательность действий Росстандарта с заявителем, подающим заявку на утверждение типа [17]. Регламент включает в себя пять разделов:

- общие положения;
- стандарт предоставления государственной услуги;
- состав, последовательность, сроки выполнения требований;
- формы контроля за исполнением;
- порядок обжалования действий Росстандарта.

Решение Совета ЕЭК № 98 «Об утверждении Порядка утверждения типа средств измерений» устанавливает, что документы об утверждении типа средств измерений, выданные в соответствии с законодательством государства,

члена Евразийского экономического союза до даты вступления настоящего Решения в силу в отношении средств измерений, изготовленных на территориях государств – членов Евразийского экономического союза, действуют до даты прекращения срока их действия [20].

Подробнее рассмотрим документы второй группы.

Рекомендации МИ 3290-2010 регламентируют подготовку, оформление материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа [15]. Рекомендации содержат девять разделов:

- общие положения;
- правила выбора испытателя;
- оформление заявки на проведение испытаний;
- согласование и разработка программы испытаний;
- оформление акта испытаний;
- содержание и порядок построение проекта описания типа;
- оформление заявки на подтверждение типа;
- протокол испытаний;
- рассмотрение документов, поступивших для проведения утверждения

типа.

Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 51-2002 распространяются на методики поверки средств измерений и устанавливают их классификацию, порядок разработки, принятия, регистрации, а также требования к оформлению, изложению и содержанию [25]. Рекомендации состоят из пяти разделов:

- область применения;
- нормативные ссылки;
- классификация документов по поверке;
- порядок разработки, принятия и регистрации документов;
- основные требования к построению, оформлению и изложению доку-

мента по поверке.

Рекомендации Р 50.2.077-2014 устанавливают последовательность действий при проведении испытаний средств измерений в целях утверждения типа в части проверки защиты программного обеспечения. Также может применяться для поверки уровня защиты программного обеспечения средств измерений, которые не входят в сферу государственного регулирования [24]. Рекомендации состоят из шести разделов:

- область применения;
- нормативные ссылки;
- термины и определения;
- общие положения;
- проверка идентификации защиты;
- подтверждение соответствия программного обеспечения при поверке.

ГОСТ 19.301–79 «Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению» устанавливает требования к содержанию программного документа «Программа и методика испытаний» [2]. Стандарт состоит из двух разделов:

- общие положения;
- содержание разделов методики.

Из анализа нормативных и законодательных документов следует, что процедуре утверждения типа подлежат стандартные образцы и средства измерения. Различие двух объектов, подлежащих утверждению типа, заключается в части формирования различного комплекта документов. В остальном процедура утверждения типа применима к обоим объектам.

## **1.2. Процедура утверждения типа средств измерений**

Утверждение типа средств измерений – документально оформленное в установленном порядке решение о признании соответствия типа средств измерений метрологическим и техническим требованиям (характеристикам) на основании результатов испытаний средств измерений в целях утверждения типа [16].

Перечень причин, который обуславливает необходимость проведения утверждения типа средств измерений:

- существующий тип не был утвержден для законодательного применения;
- создан новый тип прибора;
- радикальное применение средства измерения, не входящее в его сферу распространения;
- расширена область применения средства измерения;
- целевое назначение типа средства измерения;
- модификация ранее утвержденного типа;
- прежний отказ от утвержденного типа [13].

Утверждение типа средств измерений является обязательной процедурой, но существуют средства измерения, не подлежащие утверждению типа [13]. К таким средствам относятся традиционные измерительные приборы, изготовленные из таких конструктивных материалов и имеющими такую конструкцию, что их метрологические характеристики с течением времени заметно не меняются. Предоставление услуги осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

Этапы процесса утверждения типа средств измерений:

- выбор организации для проведения испытаний;
- подача заявки в выбранную организацию;
- проведение испытаний;
- формирование комплекта документов;
- передача комплекта документов вместе с заявкой на утверждение типа в Росстандарт;
- передача на экспертизу документов в ВНИИМС;
- принятие решения об утверждении типа (оформление приказа);
- выдача свидетельства, нанесение знака утверждения типа.

Подробнее рассмотрим этапы процедуры утверждения типа средств измерений.

В Приказе Минпромторга № 970 «Об утверждении Административного регламента по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений» регламентирует правила по предоставлению услуги утверждения типа» регламентируются предоставления услуги утверждению типа [17].

Заявителями могут быть как юридические, так и физические лица. На утверждение типа средства измерения в зависимости от договоренности с изготовителем могут подавать следующие лица:

- изготовители средств измерений;
- представители торговых служб изготовителя;
- распространители средств измерений от изготовителя;
- сборщики системы, состоящей из подсистем, выпускаемых разными изготовителями;
- импортеры;
- определенные официальные представители зарубежных служб или представительств других сфер [13].

Пером этапом является выбор организации. К выбору организации для проведения испытаний следует относиться ответственно. Если для производства средства измерения применяется новая технология изготовления, то можно столкнуться с нехваткой технических средств (эталонов) для проведения испытаний. Поэтому стоит тщательно искать организацию, которая обладает полным оснащением для проведения испытаний средства измерения, подлежащего к утверждению типа. Но главным критерием выбора является область аккредитации. Право проводить испытания имеют только юридические лица, аккредитованные на области обеспечения единства измерений, область аккредитации которых содержит испытания заявляемых образцов.

После того, как организация выбрана заявитель отправляет заявку на проведение испытаний. Если организация принимает заявку, то следующим этапом становится – проведение испытаний средства измерения.

Выбранной организацией для проведения испытаний составляется проект программы испытаний средства измерения. Программа испытаний составляется на основе подающейся документации для проведения испытаний. Технические средства (эталонные) подбираются в соответствии с метрологическими характеристиками средства измерения.

Приказ Минпромторга РФ №1081 регламентирует порядок и организацию проведения испытаний стандартных образцов и средств измерений в зависимости от их типа производства [19].

Право проводить испытания имеют только юридические лица, аккредитованные на области обеспечения единства измерений, область аккредитации которых содержит испытания заявляемых образцов.

Организационные этапы проведения испытаний:

1. Заявка испытателю, в которую входит:
  - 1.1. Наименование и адрес заявителя;
  - 1.2. Сведения о документе по уполномочиванию представлять производителей средство измерения;
  - 1.3. Область применения средства измерения;
  - 1.4. Характер производства;
  - 1.5. Сведения о наличии программного обеспечения;
  - 1.6. Заявляемые метрологические и технические характеристики;
  - 1.7. Методика проверки;
  - 1.8. Сведения о наличии протоколов предварительных испытаний.
2. Заявитель предоставляет документы по эксплуатации на русском языке.
3. Испытатель в течении двух недель рассматривает и направляет решение о возможности проведения испытаний.
4. После подписания контракта начинается разработка программы испытаний, которая устанавливает:
  - 4.1. Объект испытаний;
  - 4.2. Количество испытаний;
  - 4.3. Методы испытаний;

- 4.4. Условия проведения испытаний;
- 4.5. Алгоритмы обработки полученных данных.
5. Заявитель после утверждения программы предоставляет образцы для проведения испытаний.
6. Испытатель проводит испытания и фиксирует результаты в протоколах.
7. Испытатель по результатам испытаний разрабатывает описание типа, утверждает методику поверки, оформляет акт испытаний средства измерения.
8. В акте испытаний указывается:
  - 8.1. Наименование акта и данные заявителя;
  - 8.2. Сведения о проведении испытаний;
  - 8.3. Сведения об образцах;
  - 8.4. Оценка результатов испытаний;
  - 8.5. Сведения о результатах поверки метрологических и технических характеристик;
  - 8.6. Приложения к акту испытаний.
9. Акт оформляется в двух экземплярах и подписывается руководителем и представителем организации.
10. Один экземпляр акта, заверенный представителем заявителя, направляется заявителю [19].

На рисунке 1 представлена схема процесса (вариант) утверждения типа [3]. Наиболее используемая комбинация процесса включает стадии 4, 5 и 6. Но также есть отклонения от традиционного процесса, например, IA-4A-5-6. Также существуют вариации: 2-3-4-5-6, 5-6 (для импортируемых средств измерений).

После успешного проведения испытаний формируется комплект документов для передачи в Росстандарт. В комплект документов входит:

- программа испытаний;
- описание типа средства измерения;
- утвержденная методика поверки;
- акт испытаний с приложенным протоколом испытаний [27].



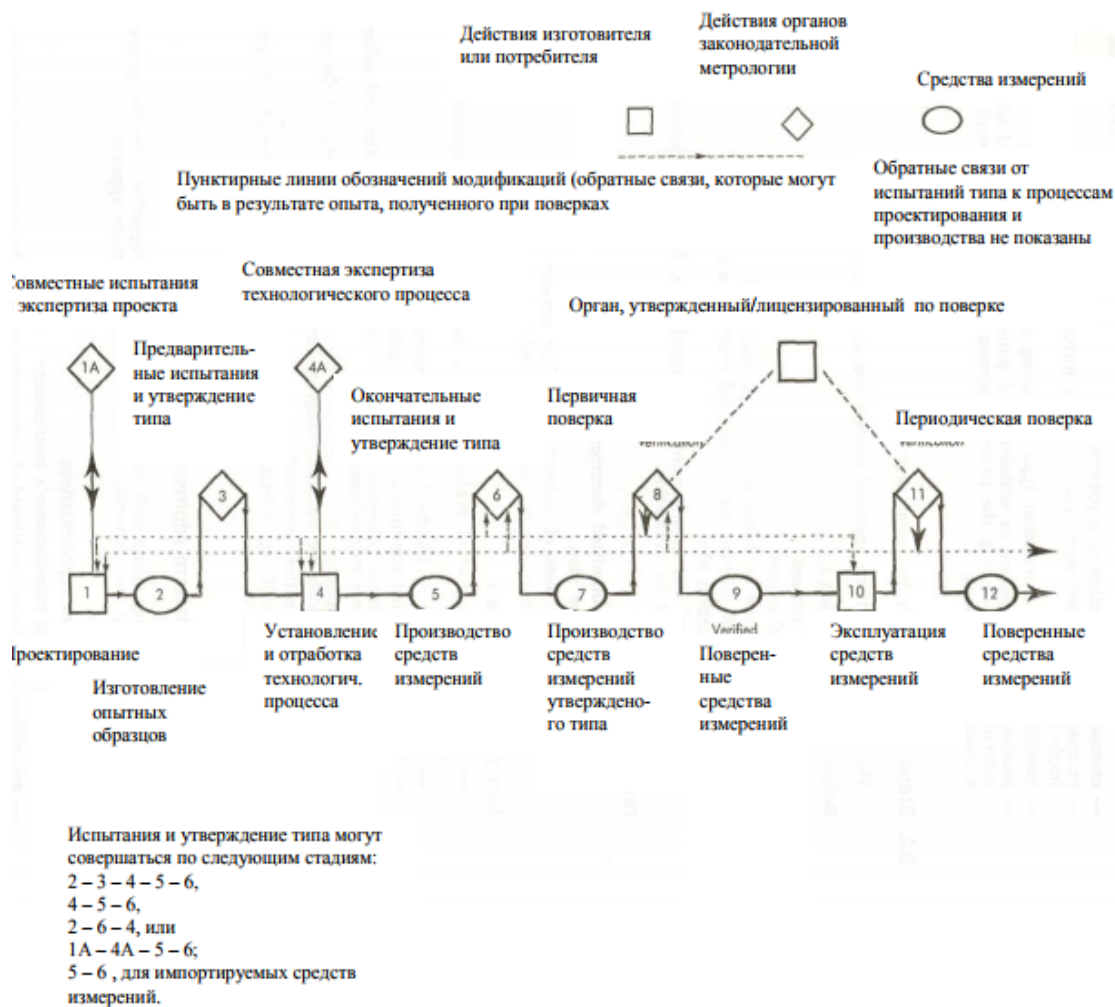


Рисунок 1 – Стадии испытаний

Далее комплект документов вместе с заявкой на утверждение типа испытатель направляет в Росстандарт.

Перечень документов для представления услуги утверждения типа:

- заявка;
- подлинник протокола и акта испытаний;
- два экземпляра проекта описания типа;
- подлинник программы испытаний;
- копии комплекта эксплуатационных документов;
- копия технических условий;
- копия заявки на проведение испытаний;

– документ, подтверждающий полномочия юридического лица или индивидуального предпринимателя представлять производителя средства измерений [17].

Дополнительными документами при подаче заявки в Росстандарт являются: рекламные проспекты, различные опубликованные материалы. При рассмотрении заявки Росстандарт ориентируется на комплектность документов, а также предоставленные образцы средства измерения.

Срок ожидания заявителя в очереди при подаче документов не превышает 15 минут. Заявка должна быть зарегистрирована в течение двух рабочих дней. Общий срок исполнения процедуры не превышает 40 рабочих дней. В течение 20 рабочих дней осуществляется:

- проверка комплектности документов;
- проверка соответствия материалов испытаний;
- проверка средства измерения;
- запрос в научные метрологические институты о соответствующем виде испытаний [17].

Услуга утверждения типа измерения может быть представлена в электронной форме на едином портале. В таком случае обеспечивается:

- получение данных о порядке и сроках предоставления услуги;
- запись на прием в Росстандарт для подачи запроса;
- формирование запроса на предоставление услуги утверждения типа;
- уплата государственной пошлины за выдачу свидетельства;
- получение данных о ходе процесса утверждения типа;
- оценка качества предоставленной услуги.

Отказом приостановления предоставления услуги является: задержка предоставления документов, несоответствие материалов испытаний.

Далее Росстандарт направляет поступившие документы на экспертизу во Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы, где проводят главную поверку [1]. В течение 20 дней ВНИИМС регистрирует поступившие материалы. Осуществляется проверка методики поверки, проекта описания типа, акта и протокола испытаний, программы испытаний, заявки на

утверждение типа на соответствие разделам рекомендации МИ 3290-2010 [15]. После чего, при успешном прохождении экспертизы, документы снова возвращаются в Росстандарт.

Решение о принятии или отклонении заявки основывается на изучении предоставленных заявителем документов. Если в заявке отсутствуют некоторые сведения, Росстандарт перед принятием решения может направить запрос заявителю о представлении им дополнительной информации. Причиной отказа могут быть несоответствия в документах.

Специалист Росстандарта принимает решение о выдаче свидетельства об утверждении типа или уведомления об отказе в утверждении и передает это решение заявителю вместе с другими документами. Утверждение типа может быть окончательным или временным.

Временное утверждение выдается, если тип может быть утвержден для официального выпуска в обращение до завершения испытаний с условием, что перед окончательным рассмотрением возможности окончательного утверждения типа будут проведены еще одни испытания [13].

В случае положительного результата рассмотрения заявки подписывается приказ об утверждении типа средства измерения в течение семь рабочих дней, после чего выдается свидетельство об утверждении типа. Свидетельство выдается в течение восьми рабочих дней. Перед выдачей свидетельства заявитель оплачивает государственную пошлину в размере 1600 рублей [17].

Свидетельство об утверждении типа содержит:

- заявка, заявитель, изготовитель, средство измерения;
- документ на поверку;
- номер свидетельства;
- дата утверждения типа и срок;
- описание типа и его модификация;
- область применения средства измерения.

В случае отказа в утверждении типа выдается уведомление (справка), которое включает:

- данные о заявке на утверждение типа, заявителе, изготовителе и организации, и должностных лицах, выдавших документ об отказе в утверждении; сведения о действующих правилах, измерительных приборах их компонентов и основной рассмотренной экспертами документации;

- дата выдачи отказа;

- характеристики и значения их параметров, которые признаны неприемлемыми, а также соответствующие приемлемые значения [13].

Срок свидетельства об утверждении типа средств измерений серийного типа составляет пять лет, для единичного – определяется сроком годности экземпляра образца (срок годности определяется при проведении испытаний). По истечению срока действия свидетельства нужно подать заявку на его продление [13].

В паспорт средства измерения, на эксплуатационные документы и средство измерения наносится знак утверждения типа. Это предусмотрено для того, чтобы указать на соответствие данного прибора техническим нормативам на его изготовление, а также для указания необходимости проведения поверки. Средства, не прошедшие процедуру утверждения, также отмечаются обязательным знаком [3].

Требования к знаку утверждения типа:

- знак должен быть четко различим;

- линейные размеры с учетом коэффициента умножения выбираются из регламентированного параметрического ряда;

- изображение должно быть контрастным фону поверхности;

- основание нанесения знака утверждения выносит Росстандарт;

- нанесение знака возможно любым технологическим методом, который обеспечит стойкость к внешним факторам воздействия;

- в сопроводительных документах к стандартным образцам или средствам измерений, маркируемых знаком утверждения типа, указывают номер свидетельства об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений и дату его выдачи [17].

Ниже на рисунке 2 приведено изображение знака утверждения.

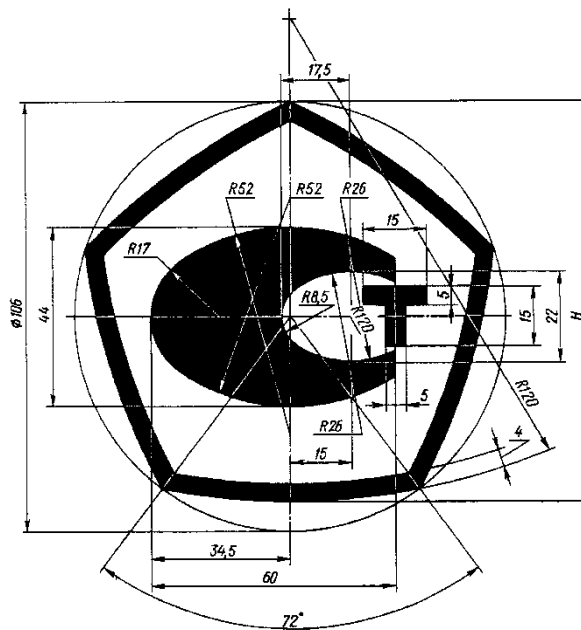


Рисунок 2 – Знак утверждения

Более подробная последовательность действий при выполнении процедуры утверждения типа представлена на рисунке 3.

Последним шагом является регистрация средства измерения в государственном реестре [22]. В реестре содержатся следующие сведения:

- порядковый номер свидетельства;
- наименование средства измерения;
- изготовитель;
- испытатель;
- регистрационный номер;
- срок действия свидетельства.

Для комфорта клиентов возможно оформить заявку на услугу через Единый портал Росстандарта. В случае несогласия с решением Росстандарта заявитель в праве обжаловать решение в судебном порядке.

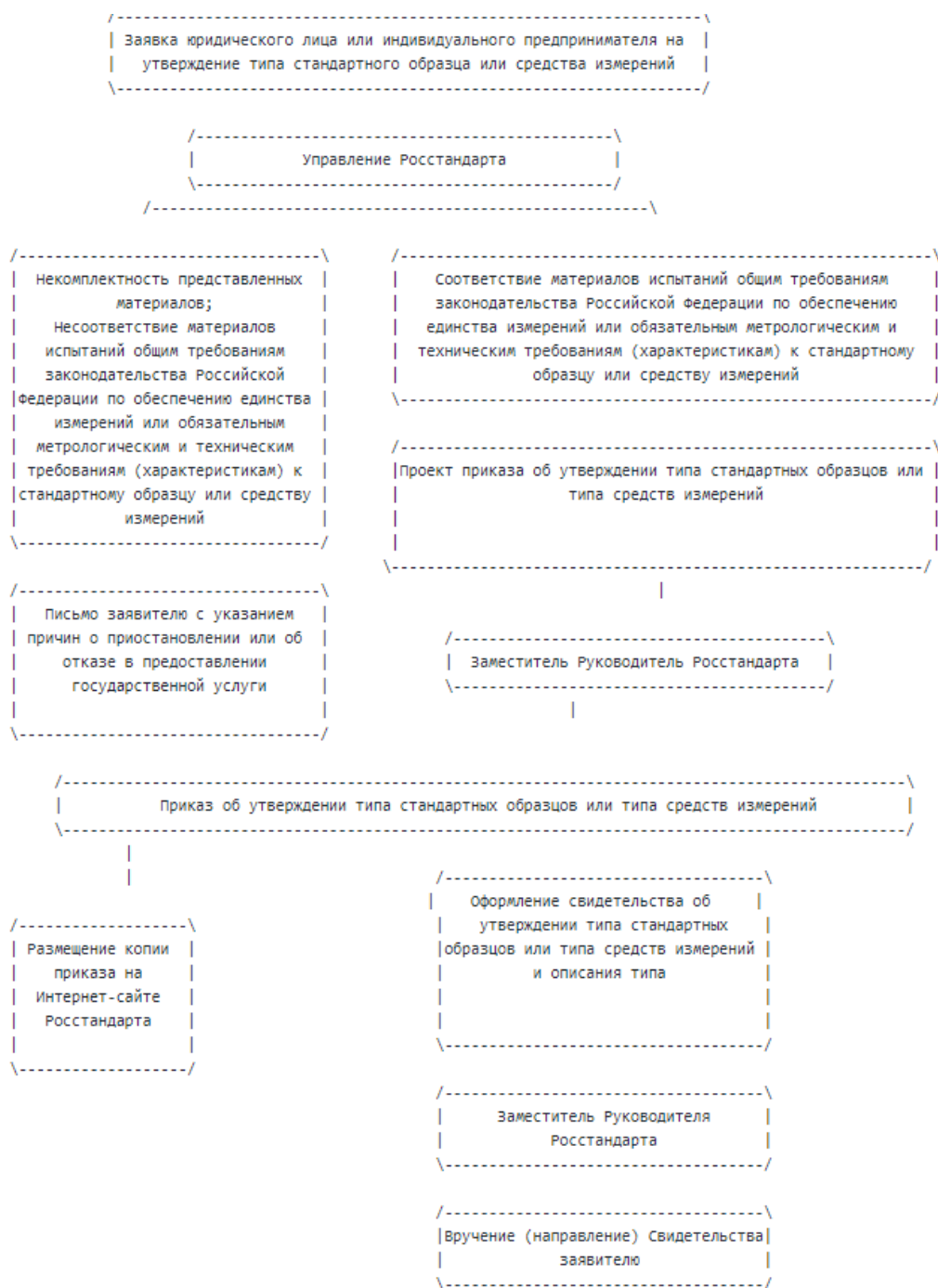


Рисунок 3 – Последовательность процедуры утверждения типа

Сводная информация о средствах измерений утвержденного типа размещается в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, в разделе «Сведения об утвержденных типах средств измерений» [20].

### **1.3. Комплект документов для утверждения типа средств измерений**

Для утверждения типа заявитель должен передать в Росстандарт ряд разрабатываемых документов, прилагаемых к заявке:

- проект описание типа;
- методика поверки, эксплуатационные документы;
- программа испытаний;
- акт и протокол о проведении испытаний.

Описание типа средства измерения регламентируется рекомендациями МИ 3290-2010 «Подготовка, оформление и рассмотрение материалов испытаний средств измерения в целях утверждения типа» [15].

Проект описания типа должен содержать следующие разделы:

- наименование типа средства измерений;
- назначение средства измерений;
- описание средства измерений;
- программное обеспечение;
- метрологические и технические характеристики;
- знак утверждения типа;
- комплектность средства измерений;
- поверка;
- сведения о методиках (методах) измерений;
- нормативные документы;
- изготовитель;
- заявитель;
- испытательный центр.

Разделы документа содержат листы с арабской сквозной нумерацией. Обязательно указание номера текущего листа в верхнем углу. На первом листе указывается номер свидетельства об утверждении типа.

Раздел «Наименование типа средства измерений» содержит наименование и обозначение средства измерения, как в технической документации. Ис-

полнение (модификация) не указывается. Раздел «Назначение средства измерений» содержит назначение средства измерения.

Раздел «Описание средства измерений» содержит принцип действия средства измерения. Добавляется пояснение отличий, если это модификация. Также помещают иллюстрации средства измерения и обязательное указание места пломбировки во избежание несанкционированного доступа.

Раздел «Программное обеспечение» содержит идентификационные данные. Указывается уровень защиты от непреднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077-2014 [24].

В разделе «Метрологические и технические характеристики» указывают:

- метрологические характеристики средства измерения;
- характеристики погрешности средства измерения,
- характеристики чувствительности средства измерения к влияющим величинам;
- динамические характеристики средства измерения;
- технические характеристики средства измерения.

В разделе «Знак утверждения» указывают необходимые эксплуатационные документы и способ нанесения знака утверждения.

В разделе «Поверка» приводят перечень основных средств поверки (эталонных) с указанием их метрологических характеристик. Приводятся указания о возможности применения средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

В разделе «Нормативные документы» приводят сведения о нормативных документах, в которых установлены требования к средствам измерения, а также о документах на используемые Государственные поверочные схемы.

Раздел «Изготовитель» содержит ИНН изготовителя, реквизиты. Раздел «Заявитель» содержит наименование заявителя и его реквизиты. Если заявитель является изготовителем, то раздел не формируется.



Раздел «Испытательный центр» содержит информацию об испытательном центре, проводившем испытания в целях утверждения типа, его реквизиты, а также регистрационный номер по Реестру аккредитованных лиц в области обеспечения единства измерений Росаккредитации.

Раздел «Назначение средства измерений» содержит краткое описание назначения средства измерения. Раздел «Комплектность средства измерений» содержит полный перечень комплекта поставки средства измерения.

Описание типа оформляется в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к текстовым документам по ГОСТ 2.105-95 [12]. Не допускается разговорная речь.

Разработкой описания типа средства измерения занимается испытатель.

Методика поверки – документ, содержащий совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых позволяет подтвердить соответствие средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа средства измерений [14].

Методику поверки разрабатывает сам заявитель и чаще всего ее помещают в руководство по эксплуатации. Порядок разработки методики поверки описан в рекомендации РМГ 51-2002 «ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения» [25]. Также при разработке используются технические условия средства измерения.

Данные рекомендации устанавливают, что документ должен содержать вводную часть, устанавливающую назначение документа, степень его соответствия требованиям международных документов, а также рекомендуемый межповерочный интервал, и разделы, расположенные в следующем порядке:

- операции поверки;
- средства поверки;
- требования безопасности;
- условия поверки;
- подготовка к поверке;
- проведение поверки;

- обработка результатов измерений;
- оформление результатов поверки.

Если к квалификации поверителей предъявляют особые требования, после раздела «Средства измерений» в документы на методики поверки включают раздел «Требования к квалификации поверителей».

В вводной части устанавливают назначение документа по поверке, а также уточняют объект регламентации и степень соответствия документа по поверке соответствующим документам международных организаций. Указывают методику какой поверки устанавливает документ (первичной, периодической, первичной и периодической).

В разделе «Операции поверки» включает перечень наименований операций, проводимых при поверке. Также указывается сведения о нормах времени проведения поверки.

В раздел «Средства поверки» включены: перечень основных и вспомогательных средств поверки, стандартных образцов, оборудования и материалов, для которых указывают обозначения нормативных документов, регламентирующих технические требования, и метрологические и основные технические характеристики.

Раздел «Требования к квалификации поверителей» содержит указание о необходимости проведения поверки лицами, аттестованными в качестве поверителя.

Раздел «Требования безопасности» содержит требования, обеспечивающие при проведении поверки безопасность труда, производственную санитарную, охрану окружающей среды.

В разделе «Условия поверки» приведен перечень величин, которые необходимо нормировать при поверке, с указанием номинальных значений влияющих величин и допускаемых отклонений от номинальных значений с учетом требований ГОСТ 8.395.

В разделе «Подготовка к поверке» приведен перечень работ, которые проводят перед поверкой:

- внешний осмотр;
- опробование;
- определение метрологических характеристик.

Подраздел «Внешний осмотр» содержит перечень требований к поверяемым средствам измерений в части комплектности и внешнего вида.

Подраздел «Опробование» содержит перечень и описание операций, которые необходимо провести для проверки действия поверяемого средства измерений и действия и взаимодействия его отдельных частей.

Описание каждой операции выделяют в отдельный пункт в последовательности, указанной в разделе «Операции поверки». В конце каждого пункта приводят вывод о положительном или отрицательном результате операции поверки с указанием нормированных значений определяемой метрологической характеристики средств измерений.

Описание операции содержит наименование и метод поверки, схемы подключения, чертежи, указания о порядке проведения операций, формулы, графики, таблицы с пояснением входящих в них обозначений, указания о пределе допускаемой погрешности отсчета, рекомендации по числу значащих цифр, фиксируемых в протоколе, и т.д. Если при проведении операций поверки необходимо вести протокол записи результатов измерений при поверке по определенной форме, это указывают, а в приложении приводят форму протокола с указанием объема сведений, приводимых в нем.

Раздел «Обработка результатов измерений» включают в документ по поверке при наличии сложных способов обработки результатов измерений. Если способы обработки результатов измерений установлены в нормативном документе, в разделе приводят ссылку на этот документ, например, «Обработка результатов измерений – по ГОСТ 8.207».

Раздел «Оформление результатов поверки» содержит требования к оформлению результатов поверки. В разделе указывают, что результаты поверки оформляют в соответствии с ГОСТ 8.513.

Методика поверки зачастую помещается в руководство по эксплуатации и разрабатывается изготовителем (нужно утвердить).

Программа испытаний представляет собой перечень планирующихся в ходе испытаний проверок, решаемых ими задач и оценок результатов со ссылками на определенные методики испытаний.

Порядок и правила составления программы испытаний регламентируют рекомендации МИ 3290-2010 [15]. Программа испытаний составляется с испытателем и согласуется с заявителем. При разработке программы испытаний за основу берут технические условия средства измерения.

Программа испытаний содержит следующие разделы:

- объект испытаний;
- содержание и объем испытаний;
- условия проведения испытаний;
- методы (методики) испытаний;
- оценка защиты и идентификация программного обеспечения;
- определение интервала между поверками;
- анализ конструкции средства измерений.

В разделе «Объект испытаний» указывают наименование средства измерений, его назначение и изготовителя. Указывается тип производства серийное – единичное. Количество образцов необходимых для проведения испытаний.

В разделе «Содержание и объем испытаний» приводятся этапы испытаний:

- определение метрологических и технических характеристик средства измерений, включая показатели точности, выраженные в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации;
- оценка полноты и правильности выражения метрологических и технических характеристик средства измерений в представленной заявителем технической документации;
- опробование методики поверки средства измерений;
- определение интервала между поверками средства измерений;

- ссылки на соответствующий пункт методики испытаний;
- сведения об эталонах, испытательном и вспомогательном оборудовании для проведения испытаний.

В разделе «Условия проведения испытаний» приводят перечень физических величин, влияющих на метрологические характеристики. Указывают меры по обеспечению безопасности и безаварийности проведения испытаний, а также устанавливают требования к квалификации персонала, проводящего испытания.

В разделе «Методы испытаний» приводятся процедуры определения метрологических и технических характеристик предъявленных на испытания средств измерений; алгоритмы обработки полученных при испытаниях результатов, включая методы статистической обработки результатов испытаний, принятые в методике, и оценки достоверности полученных результатов при испытаниях; способы и средства обработки информации; требования к точности обработки информации; критерии, при выполнении которых испытуемое средство измерений считают выдержавшим испытания; критерии достаточности испытаний и критерии прекращения испытаний.

Раздел «Оценка защиты и идентификация программного обеспечения». В разделе приводятся этапы испытаний программного обеспечения средств измерений в соответствии с Р 50.2.077-2014 «ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения» [24]:

- проверка документации в части программного обеспечения;
- проверка идентификации программного обеспечения;
- проверка защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений.

Раздел «Определение интервала между поверками». По результатам испытаний определяют интервал между поверками средства измерений. Рекомендуемый интервал должен соответствовать нормированным показателям надежности испытываемых средств измерений, исходя из риска их использования с погрешностью, превышающей допустимую, и учитывать данные по результатам периодической поверки отечественных и зарубежных аналогов. При расчете

интервала рекомендуется руководствоваться, например, положениями РМГ 74-2004 «ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений».

Программа испытаний оформляется в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к текстовым конструкторским документам по ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».

Написанная программа испытаний должна быть апробирована. Разработкой программы испытаний занимается испытатель.

Результаты испытаний оформляются протоколом. Требования к оформлению регламентируются в Системе менеджмента качества испытателя непосредственно Руководством по качеству или стандартом предприятия и соответствовать положениям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [7].

В протоколе указывают требуемую заявителем информацию и информацию необходимую для верного толкования результатов. В протоколе содержится следующая информация:

- наименование документа;
- информация об испытателе;
- уникальная идентификация;
- информация о заявителе;
- наименование средства измерения;
- дата получения объекта;
- условия проведения испытаний;
- результаты испытаний;
- лицо, утвердившее протокол.

Если есть необходимость для толкования результатов указывают:

- отклонения, исключения, дополнения;
- соответствие требованиям технических условий;
- место проведения испытаний.

Для программного обеспечения оформляется отдельный протокол защиты программного обеспечения. Форма протокола приведена в Р 50.2.077-2014 «ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения» [24].

По результатам испытаний испытатель оформляет акт испытаний в соответствии с рекомендациями МИ 3290-2010 [15]. В акте указывают:

- название акта;
- сведения о проведении испытаний;
- сведения об образцах средства измерения;
- заключение об успешности испытаний.

Протокол также оформляет испытатель в соответствии с МИ 3290-2010 [15]. Протокол (методики поверки) должен содержать информацию о том, что конструкция испытываемого средства измерений не препятствует или препятствует нанесению на него знака поверки, а также о том, что условия эксплуатации средства измерений обеспечивают или не обеспечивают сохранность знака поверки в течение всего рекомендуемого интервала между поверками. Протокол в части защиты программного обеспечения оформляется отдельно. Рекомендованное содержание:

- сведения о заявителе;
- средство измерения;
- условия проведения испытаний;
- результаты испытаний;
- сведения об испытателе.

Внесение в протокол изменений производится в виде дополнительного документа. Документ включает формулировку: «Дополнение к протоколу испытаний (или сертификату о калибровке), серийный номер (или другая идентификация)».

На усмотрение заявителя к ряду обязательных документов при подаче заявки на утверждение типа могут быть представлены дополнительные документы. В качестве дополнительных документов, прилагаемых к заявке, можно

предоставить: рекламные проспекты, фотографии, чертежи, схемы, опубликованные материалы с описание принципа работы средства.

Обобщенные сведения о документе, этапе его разработки и разработчика оформлены в таблице 1.

Таблица 1 – Обобщенные сведения процедуры утверждения типа

Этап	Наименование документа	Разработчик
Подача заявки на испытание	Неутвержденная методика поверки и эксплуатационные документы	Заявитель
Подготовка к испытаниям	Программа испытаний	Испытатель
Проведение испытаний	Протокол испытаний	Испытатель
Формирование комплекта документов для Росстандарта	Проект описание типа прибора, акт испытаний, протокол испытаний, программа испытаний, утвержденная методика поверки	Испытатель
Рассмотрение документов Росстандартом	Проект описания типа, акт испытаний, протокол испытаний, программа испытаний, утвержденная методика поверки, дополнительные документы (статьи, проспекты)	Росстандарт
Принятие положительного решения об утверждении типа	Свидетельство об утверждении типа, знак утверждения в паспорте средства измерения, приказ об утверждении типа	Росстандарт
Принятие отрицательного решения об утверждении типа	Уведомление об отказ в утверждении типа /рекомендации по исправлению неисправностей	Росстандарт

Данные сведенные в таблице 1 составляют основу для прохождения процедуры утверждения типа средства измерения и будут являться базой для процедуры утверждения прибора «ТАММ-20М».



## **2. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА ПРИБОРА «ТАММ-20М»**

Рассмотрим процедуру утверждения типа средства измерения на примере прибора «ТАММ-20М». Для этого необходимо рассмотреть все действия, предпринимаемые организацией ООО «ТестЭйр» для утверждения типа прибора (этапы, сопроводительные документы, участники), сведения об организации исполнителя и заявителя, описание прибора «ТАММ-20М», разработку программы испытания и составления протокола.

### **2.1. Процедура утверждения типа средства измерения прибора «ТАММ-20М»**

После выпуска средства измерения «ТАММ-20М» организации ООО «ТестЭйр» для введения средства измерения в пользование необходимо пройти процедуру утверждения типа прибора.

В соответствии с этапами, перечисленными в пункте 1.1. рассмотрим порядок действий изготовителя прибора «ТАММ-20М».

Сначала «ТестЭйр» подает заявку в выбранную организацию по проведению испытаний. Заявка приведена в приложении А. Данной организацией был выбран ФБУ «УРАЛТЕСТ». Необходимым критерием выбора организации является соответствующая область аккредитации. ФБУ «УРАЛТЕСТ» аккредитовано на проведение испытаний в целях утверждения типа, что подтверждается соответствующим документом в приложении Б. Для проведения испытаний выбран отдел теплотехнических измерений. До начала проведения испытаний производится оплата за услугу, которая регламентируется приказом Минпромторга № 973 [18].

Для проведения испытаний предварительно формируется и согласовывается с заявителем программа испытаний. Также предоставляются образцы для

проведения испытаний и эксплуатационные документы. Разработкой программы испытаний занимается ФБУ «УРАЛТЕСТ».

По окончании испытания формируется комплект документов:

- проект описания типа «ТАММ-20М»;
- утвержденная методика поверки;
- акт и протокол испытаний;
- программа испытаний.

Сформированный комплект документов отправляется заявителю на согласование. Далее ФБУ «УРАЛТЕСТ», исполнитель, отправляет комплект документов в Росстандарт. Росстандарт проверяет документы на комплектность и пересылают на экспертизу во ВНИИМС [1]. После рассмотрения документов ВНИИМС снова отправляет их в Росстандарт. Росстандарт принимает решение об утверждении типа «ТАММ-20М».

Подробнее рассмотрим сведения об участниках процедуры утверждения типа. Сведения об организации, выступающей в качестве исполнителя.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Свердловской области» является федеральным бюджетным учреждением, находящимся в ведении федерального органа исполнительной власти – Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарта) [29].

ФБУ «УРАЛТЕСТ» осуществляет полномочия в Свердловской области в сфере технического регулирования и метрологии, включая стандартизацию, обеспечение единства измерений, оценку соответствия, аккредитацию, испытания и пропаганду политики Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

14 октября (27-го по новому стилю) 1902 года, в Екатеринбурге была открыта первая на Урале Поверочная палатка № 19. В советский период поверочная палатка по-разному называлась и побывала в подчинении разных ведомств: Народного комиссариата внутренних дел, Управления Уполномоченного Комитета по делам мер и измерительных приборов при Свердловском облисполкоме,

Управления государственного надзора за стандартами и измерительной техникой, которое в 1977 году было преобразовано в Уральский центр стандартизации и метрологии.

В августе 1941 года поверочная палатка приняла, и совместно с созданным на ее базе в апреле 1942 года Свердловским филиалом Всесоюзного научно-исследовательского института метрологии (Уральский научно-исследовательский институт метрологии), сохранила эвакуированную из Ленинграда эталонную базу страны.

Сегодня ФБУ «УРАЛТЕСТ» – один из крупнейших центров метрологии в Российской Федерации. Здесь хранятся исходные рабочие эталоны, создана мощная материально-техническая база по метрологическому обеспечению производства и испытаний различных видов продукции, ведутся работы практически по всем видам измерений. Сотрудники Центра активно работают с предприятиями области, способствуя повышению конкурентоспособности продукции и услуг, внедрению современных методов управления качеством.

Современный ФБУ «УРАЛТЕСТ» – это восемь метрологических отделов и два областных филиала: Среднеуральский специализированный филиал и Каменск-Уральский межрайонный филиал, который включает в себя Богдановичский, Ирбитский, Красноуфимский и Асбестовский сектора.

Эталонная база ФБУ «УРАЛТЕСТ» насчитывает семь вторичных эталонов и более 1000 единиц государственных эталонов различных разрядов. Это техническая основа обеспечения единства измерений, которая позволяет практически полностью удовлетворять метрологические потребности предприятий Свердловской области, ближайших регионов Российской Федерации, а по некоторым позициям – ближнего зарубежья.

Отдел оценки соответствия ФБУ «УРАЛТЕСТ» осуществляет испытания практически всех видов продукции, как промышленной группы товаров, так и пищевой продукции; проводит специальную оценку условий труда и судебные экспертизы. В подразделение входит единственная в Свердловской области не-

зависимая лаборатория по контролю качества нефтепродуктов и горючесмазочных материалов.

ФБУ «УРАЛТЕСТ» имеет в своём составе орган по сертификации систем менеджмента качества и безопасности пищевой продукции в системе добровольной сертификации «Системы качества и безопасности пищевой и фармацевтической продукции», организацию по сертификации «Системы добровольной сертификации услуг автозаправочных станций и комплектов «УРАЛСЕРТ-АЗС».

Учреждение располагает самым полным в Уральском федеральном округе справочно-информационным фондом, который содержит около 20 тысяч нормативных документов и постоянно пополняется; обеспечивает работу технического комитета по стандартизации ТК 417 «Безопасность и эффективность водохозяйственной деятельности», являющегося разработчиком пяти национальных стандартов; участвует в деятельности рабочих групп по созданию информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям [27].

В качестве заявителя выступает организация ООО «ТестЭйр» [22]. Начало деятельности этой организации было положено в научно-исследовательском институте «УралпромстройНИИпроект (г. Свердловск) в шестидесятых годах прошлого века. Тогда было начато производство электронного портативного термометра ЭТП-М, предназначенного для измерения температуры металлических поверхностей, неагрессивных жидкостей и газов.

С 1988 года и по настоящее время разработка портативных устройств аналогичного предназначения осуществляется под руководством кандидата технических наук Макарова Владимира Николаевича. Были разработаны и производились [22]:

- микроманометр серии ММП с 1988 г по 2004 г;
- термометры ЭТУ-5 с 1995 г по 1999 г;
- микроманометр-анемометр ММА-3 с 1998 г по 2004 г.

В настоящее время производятся:

- измеритель комбинированный «ТАММ-20» выпускается с 2001 г;
- анемометр АМ-70 выпускается с 2004 г;
- комбинированный приёмник давления модифицированный КПДМ-1 с 2008 г;
- анемометр АМ-50 выпускается с 2009 г.

Производство измерительных приборов для:

- проведения пусконаладочных работ систем вентиляции, промвентиляции, кондиционирования, дымоудаления;
- определения скорости газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения;
- проведения депрессионных съёмок в шахтах, в том числе опасных по метану и угольной пыли [22].

В выпускной квалификационной работе из числа необходимых для утверждения типа документов разрабатывается программа испытаний. Для наполнения ее содержанием рассмотрим основные параметры и метрологические характеристики прибора «ТАММ-20М».

## **2.2. Описание измерителя комбинированного «ТАММ-20М»**

Измерители комбинированный «ТАММ-20М» предназначен для измерений разности давления неагрессивных, негорючих газов (микроманометр), скорости и температуры воздушных и газовых потоков (термоанемометр), относительной влажности воздуха (гигрометр) и величины атмосферного давления (барометр).

Принцип действия микроманометра и барометра основан на измерении электрическими методами перемещения заземленной по контуру упругой мембраны, возникающего под действием разности давлений. Принцип действия термоанемометра основан на измерении величины температурного разбаланса чувствительного элемента датчика (термопары), возникающего при движении окружающего воздуха. Принцип действия термометра основан на измерении

величины термо-ЭДС чувствительного элемента датчика (термопары). Принцип действия гигрометра основан на измерении изменения величины электрической емкости при воздействии влаги на ее диэлектрик.

Конструктивно измеритель представляет собой портативный прибор с автономным питанием, в состав которого входят микроанометр, термоанометр, гигрометр и барометр.

Прибор имеет два цифровых дисплея, расположенных на противоположных сторонах корпуса и закрываемых крышками. На одной стороне расположен дисплей и органы управления микроанометра и барометра (рисунок 4), на другой стороне дисплей и органы управления термоанометра и гигрометра (рисунок 5).

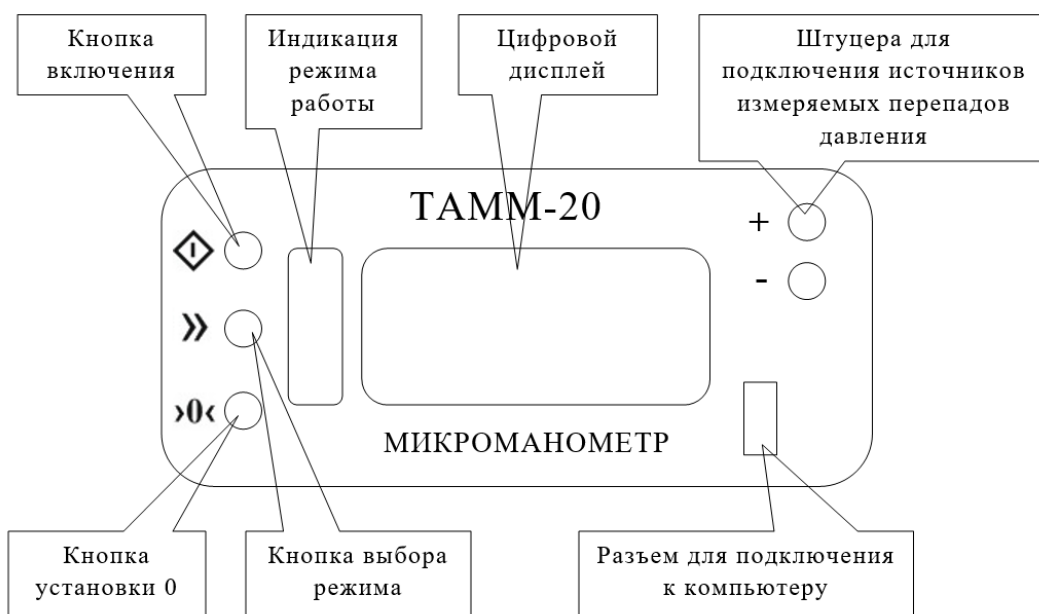


Рисунок 4 – Дисплей микроанометра

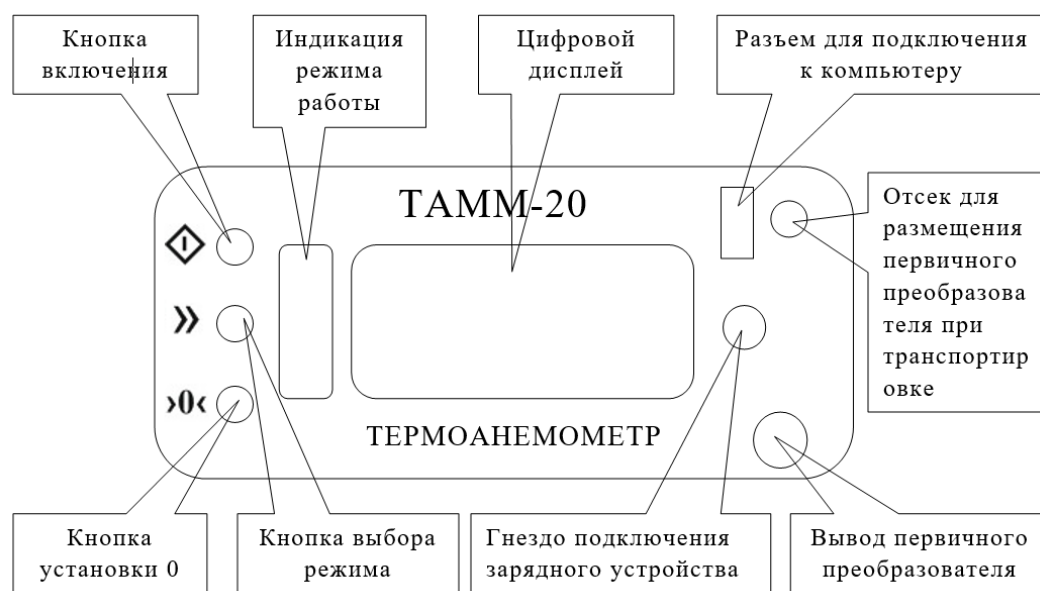


Рисунок 5 – Дисплей термоанемометра

Первичный преобразователь разности давления воздуха в электрический сигнал и датчик атмосферного давления встроены в корпус прибора. Первичный преобразователь анемометра (датчики скорости потока и температуры) смонтирован на конце телескопической штанги и соединяется с прибором при помощи кабеля. Датчик влажности в штатном исполнении размещен на корпусе прибора.

Метрологические характеристики:

- диапазон измерений разности давлений воздуха;
- диапазон измерений скорости воздушного потока;
- диапазон измерений температуры воздуха;
- диапазон измерений относительной влажности воздуха;
- диапазон измерений атмосферного давления;
- пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении разности давлений воздуха;
- пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении скорости воздушного потока;

- пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении температуры воздуха;
- пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении относительной влажности воздуха;
- пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении атмосферного давления [3].

Вид прибора измерителя комбинированного «ТАММ-20М» приведен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Прибор «ТАММ-20М»

В таблице 2 представлены метрологические и технические характеристики «ТАММ-20М».

Таблица 2 – Основные технические и метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
Напряжение питания постоянным током, В	7,2
Габаритные размеры, мм, не более	205×140×55



Окончание таблицы 2

1	2
Масса, кг, не более:	0,8
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность при температуре 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %, не более	от 5 до 40  98
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	500
Средний срок службы, лет, не менее	8
Диапазон измерений разности давлений воздуха (P), Па: - в режиме «Па» - в режиме «гПа»	от -1990 до 5000 от -250 до 2500
Диапазон измерений скорости воздушного потока (V), м/с	от 0,1 до 25,0
Диапазон измерений температуры (t) воздуха, °С	от -20 до +140
Диапазон измерений относительной влажности воздуха, %	от 10 до 90
Диапазон измерений атмосферного давления, гПа	от 500 до 1150
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении разности давлений воздуха, Па – в режиме «Па», гПа – в режиме «гПа»	$\pm(3+0,03 \cdot P)^*$
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении скорости воздушного потока, м/с	$\pm(0,1+0,05 \cdot V)^{**}$
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении температуры воздуха, °С	$\pm(1+0,01 \cdot t)$
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении относительной влажности воздуха, %	$\pm 4$
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении атмосферного давления, гПа	$\pm 10$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждые 10 °С, в долях от пределов допускаемой основной погрешности	0,5
Нормальные условия измерений: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, % - атмосферное давление, кПа	20±5 от 20 до 80 от 84 до 106,7
* где P – значение разности давлений, Па	
** где V – значение скорости воздушного потока, м/с	

Измеритель имеет программное обеспечение, структура которого представлена на рисунке 7.

Основные функции частей программного обеспечения:

– блоки измерения скорости, температуры, влажности, дифференциального и атмосферного давлений предназначены для измерения уровня сигнала с соответствующих датчиков;

- блок вычисления предназначен для приведения результатов из блоков измерений в соответствующие единицы измерения: м/с, ° С, % относительной влажности, гПа;
- блок индикации предназначен для визуального отображения текущей информации на дисплее;
- блок ввода/вывода данных предназначен для связи с компьютером;
- блок управления предназначен для управления составными частями программного обеспечения.

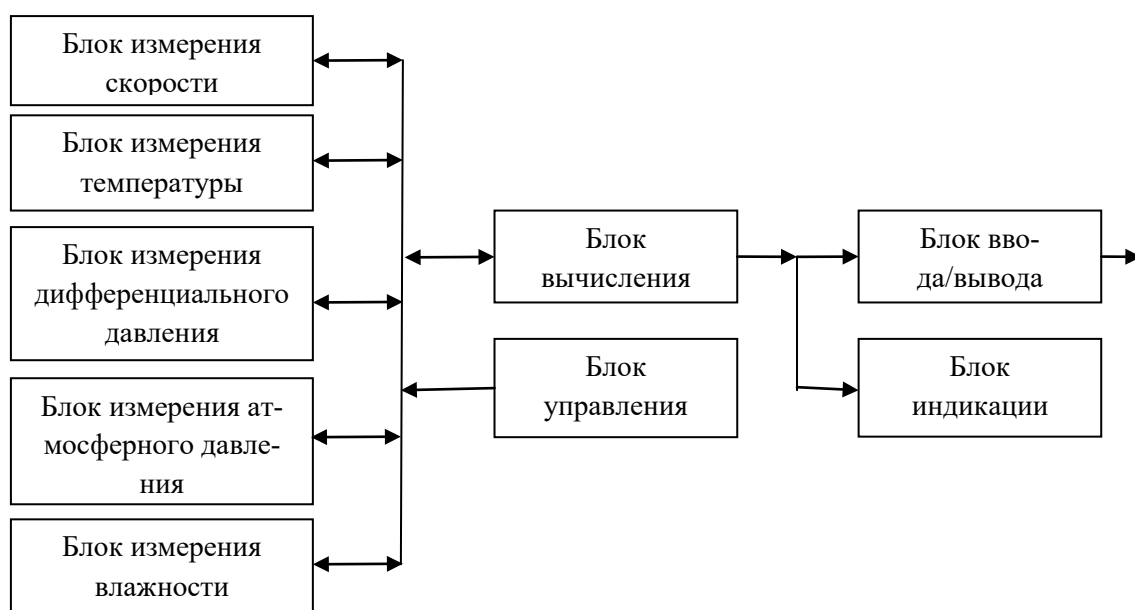


Рисунок 7 –Схема программного обеспечения

Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р 50.2.007-2014 [24]. Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТАММ-20М
Номер версии ПО	Не ниже 5.1.1

Приведенные выше метрологические и технические характеристики будут использованы при разработке программы испытаний.

«ТАММ-20М» может применяться на угольных шахтах и рудниках всех категорий, в том числе опасных по метану и угольной пыли.

Документы, устанавливающие требования к прибору «ТАММ-20М»:

– ГОСТ 8.886-2015 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений скорости воздушного потока [6];

– ГОСТ 8.547-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений влажности газов [4];

– ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры [5];

– ГОСТ Р 8.802-2012 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 250 Мпа [9];

– ГОСТ Р 8.840-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне 1 – 106 Па [10].

Приведенные в таблице 2 метрологические характеристики проверяются на соответствие заявленным характеристикам изготовителем, в разработанной программе испытаний.

### **2.3. Разработка программы испытаний прибора «ТАММ-20М»**

Для проведения испытаний прибора «ТАММ-20М» необходимо составить программу испытаний в зависимости от испытываемых характеристик и технического оснащения лаборатории.

Программа испытаний была разработана на основании требований МИ 3290-2010 [15], а также на основании технических условий «ТАММ-20М». Работа выполнена совместно с инженером-метрологом второй категории. Предлагаемая программа включает разделы:

- объект испытаний;
- содержание испытаний;

- условия проведения испытаний;
- методы испытаний (порядок проведения этапа, расчет погрешностей);
- проверка программного обеспечения;
- определения интервала между поверками;
- анализ конструкции средства измерения.

В разделе «Объект испытаний» указываются краткие сведения о приборе «ТАММ-20М».

В разделе «Содержание испытаний» указываются этапы испытаний с эталонами. Всего предусмотрено 13 этапов.

Например, шестой этап – определение основной погрешности при измерении температуры воздуха проводится в соответствии с пунктом 4.6 программы испытаний при использовании эталона – калибратор температуры КТ-1М. Это означает, что измеренное значение данной метрологической характеристики сопоставляют с эталонным значением калибратора.

В таблице 4 приведены этапы испытаний с сведениями об эталонах.

Таблица 4 – Содержание и объем испытаний

№№ п/п	Наименование этапа испытаний	Ссылка на пункт методики испытаний	Сведения об эталонах и испытательном оборудовании для проведения испытаний
1	2	3	4
1	Оценка полноты и правильности выражения метрологических и технических характеристик в представленной документации	4.1	
2	Проверка внешнего вида, комплектности, маркировки	4.2	
3	Определение габаритных размеров и массы	4.3	Линейка измерительная металлическая, от 0 до 500 мм, $\Delta = \pm 0,15$ мм; Весы лабораторные электронные LP6200S, до 6200 г, спец. класс точности
4	Определение основной погрешности при измерении разности давлений	4.4	Измеритель давления ИДЦ-2, диапазон измерения (0 – 160) кПа, $\gamma = \pm 0,05$ %

## Окончание таблицы 4

1	2	3	4
5	Определение основной погрешности при измерении скорости воздушного потока	4.5	Стенд аэродинамический АСД-300/30М, диапазон воспроизведения скорости воздушного потока 0,1...30,0 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,015+0,015) \cdot V$ м/с
6	Определение основной погрешности при измерении температуры воздуха	4.6	Калибратор температуры КТ-1М, диапазон измерений температуры от минус 50 до плюс 140 °С, $\Delta = \pm (0,05 + 0,0005  t )$ °С
7	Определение основной погрешности при измерении относительной влажности воздуха	4.7	Климатическая камера BINDER KMF 115, диапазон воспроизведения: от 5 до 95 %, отклонение до 0,8 %. Гигрометр Rotronic мод. «HygroLogNT», диапазон измерений относительной влажности (0 – 100) %, $\Delta \pm 1,0$ %
8	Определение основной погрешности при измерении атмосферного давления	4.8	Барометр образцовый переносной БОП-1М-3, диапазон (5 – 2800) гПа, погрешность: $\pm 10$ Па в диапазоне (5 – 1100) гПа, $\pm 0,01$ % в диапазоне (1100 – 2800) гПа. Барокамера БКМ-0.07, диапазон от 10 до 1200 гПа
9	Испытания на воздействие повышенной (пониженной) температуры окружающего воздуха	4.9	Климатическая камера BINDER KMF115, диапазон воспроизведения: от 5 до 95 %, отклонение до 0,8 %, от –10 до +100 °С, отклонение до 0,4 °С. СИ по п. 4 – 8 настоящей таблицы
10	Оценка возможности проведения поверки по документу МП 4600/1-2018 «Измерители комбинированные ТАММ-20М. Методика поверки»	4.10	Оборудование по МП 4600/1-2018 «Измерители комбинированные ТАММ-20М. Методика поверки»
11	Оценка защиты и идентификация программного обеспечения	5	
12	Определение интервала между поверками	6	
13	Анализ конструкции средства измерения	7	

В разделе «Условия проведения испытаний» указываются рабочие условия проведения испытаний прибора «ТАММ-20М»: температура, влажность, давление. Ниже приведены условия проведения испытаний:

– температура окружающей среды, °С..... 15 до 25;

- атмосферное давление, кПа.....от 84 до 107,0;
- относительная влажность воздуха, %, не более.....80.

В разделе «Методы испытаний» подробно расписан порядок проведения испытаний на каждую метрологическую характеристику. Приведены формулы для расчета абсолютной погрешности [8]. Рассмотрим порядок на примере определения абсолютной основной погрешности при измерении температуры воздуха:

1. Установить чувствительный элемент поверяемого прибора в канал сравнения калибратора температуры и установить последовательно не менее пяти значений температуры, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая минимальное и максимальное значения.

2. После выхода калибратора температуры на установленный режим произвести не менее трех отсчетов показаний калибратора и поверяемого прибора с интервалом 10 секунд и за результат измерений принять среднеарифметические значения.

3. Основную абсолютную погрешность при измерении температуры в каждой точке рассчитать по формуле:

$$\Delta = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}},$$

где  $t_{\text{изм}}$  – значение температуры, измеренное измерителем, °С;

$t_{\text{эт}}$  – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

4. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если абсолютная основная погрешность при измерении температуры в каждой контрольной точке не превышает  $\pm(1+0,01 \cdot t_{\text{эт}})$ °С, где  $t$  – значение температуры, °С.

Также рассмотрим порядок на примере определения абсолютной основной погрешности при измерении относительной влажности воздуха:

Проверку проводить при температуре в климатической камере  $(23 \pm 2)$  °С.

1. Поместить испытуемый измеритель и чувствительный элемент эталонного гигрометра в климатическую камеру. Задать в климатической камере последовательно не менее пяти значений относительной влажности, равномерно

распределенных в диапазоне измерений, включая минимальное и максимальное значения диапазона измерений с точностью  $\pm 5\%$ .

2. Через 15 минут после выхода климатической камеры на заданный режим провести измерения относительной влажности одновременно испытуемым измерителем и эталонным гигрометром.

3. Абсолютную основную погрешность при измерении относительной влажности воздуха в каждой точке рассчитать по формуле:

$$\Delta = H_{\text{изм}} - H_{\text{эт}},$$

где  $H_{\text{изм}}$  – значение относительной влажности, измеренное измерителем, %;

$H_{\text{эт}}$  – значение относительной влажности, измеренное эталонным гигрометром, %.

4. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если абсолютная основная погрешность при измерении относительной влажности в каждой точке не превышает  $\pm 4\%$ . Остальные метрологические характеристики представлены в программе испытаний, в приложении В.

В разделе «Оценка защиты программного обеспечения» подробно описан порядок проведения проверки программного обеспечения.

В разделе «Определение межповерочного интервала» приведен документ РМГ 51-2002 [25], по которому осуществляется расчет на определение интервала между поверками прибора. Для данного прибора расчет методики не производится, так ранее был рассчитан межповерочный интервал прибора-аналога. Показатели, которые влияют на расчет межповерочного интервала не менялись. Межповерочный интервал равен одному году.

Работа была принята лабораторией теплотехнических измерений. Следующим этапом являлось проведение испытаний по этой программе.

#### **2.4. Проведение испытаний прибора «ТАММ-20М»**

В составе рабочей группы, поверителя и практиканта, были проведены испытания прибора «ТАММ-20М», результатом которых является протокол

испытаний и акт испытаний. Требования к протоколированию обозначены в ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 [7].

В течение недели выполнены этапы, описанные в программе испытаний в пункте 2.3. Испытания проводились на трех образцах прибора «ТАММ-20М», поэтому протокол был составлен таким образом, чтобы при занесении результатов измерений одной метрологической характеристики можно было отобразить измеренные значения трех образцов. Рассмотрим все действия этапа на примере определения абсолютной погрешности при измерении скорости воздушного потока.

Первичный преобразователь измерителя устанавливался в зоне равных скоростей (посредине потока) аэродинамического стенда. Из диапазона измерений прибора скорости воздушного потока (от 0,1 до 25,0) отбиралось пять равноинтервальных точек. По эталону задавалась скорость 0,13; 6,10; 12,23; 18,21; 24,70 м/с. На аэродинамическом стенде (эталоне) поочередно задавались выбранные точки на увеличение. На каждой точке в протокол вносились значение эталона и среднее значение (из трех) прибора. Испытания проводились для трех образцов, поэтому данные действия необходимо было провести для каждого из образцов. После заполнения измеренных значений следовало рассчитать допускаемую и основную погрешность. Абсолютная основная погрешность рассчитывалась по формуле:

$$\Delta_0 = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}},$$

где  $V_{\text{изм}}$  – значение скорости воздушного потока, измеренное измерителем, м/с;

$V_{\text{эт}}$  – значение скорости воздушного потока в эталонной аэродинамическом стенде, м/с.

Прибор проходит в заданной точке в том случае, если абсолютная основная погрешность при измерении скорости воздушного потока в каждой точке диапазона измерений не превышает  $\pm (0,1 + 0,05 \cdot V_{\text{эт}})$  м/с, где  $V$  – значение скорости воздушного потока, м/с.



После испытания каждой метрологической характеристики проводится обработка результатов для нее. Заключением обработки результатов по каждой метрологической характеристике является соответствие пункту, по которому проводилось испытание.

Рассчитаем погрешности измерений скорости воздушного потока в точке 0,13 м/с.

Среднее арифметическое значение находится путем сложения всех измеренных значений и деления полученного результата на количество измерений.

Расчет производился по формуле:

$$V_{\text{ср}} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3},$$

где  $V_1, V_2, V_3$  – измеренные значения.

$$V_{\text{ср}} = \frac{0,07 + 0,06 + 0,05}{3} = 0,06 \text{ м/с.}$$

Расчет абсолютной основной погрешности:

$$\Delta_0 = 0,06 - 0,13 = -0,07 \text{ м/с.}$$

Расчет допускаемой погрешности:

$$\Delta_d = 0,1 + 0,05 \cdot 0,06 = \pm 0,11 \text{ м/с.}$$

Значение 0,06 м/с укладывается в допускаемую погрешность, следовательно, на данной точке «ТАММ-20М» испытание прошел.

Пример формы протокола для прибора «ТАММ-20М» с заводским номером 793 приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Протокол для определения погрешности при измерении скорости воздушного потока

Скорость возд. потока по эталону $V_{\text{эт}}$ , м/с	Измеренная скорость воздушного потока $V_{\text{изм}}$ , м/с				Абсолютная погрешность, м/с	Допускаемая погрешность, м/с
	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_{\text{ср}}$		
Зав. № 793						
0,13	0,07	0,06	0,05	0,06	-0,07	±0,11
6,10	6,2	6,2	6,3	6,23	0,13	±0,41
12,23	12,8	12,7	12,7	12,73	0,50	±0,71
18,21	18,6	18,7	18,8	18,70	0,49	±1,01
24,70	26,0	25,9	26,0	25,97	1,27	±1,34

Также для наглядности рассмотрим все действия этапа определения абсолютной основной погрешности при измерении температуры воздуха.

Для начала чувствительный элемент прибора устанавливается в канал сравнения калибратора температуры (термостат). После чего выбираются пять значений температуры, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая минимальное и максимальное значения. После выхода калибратора температуры на установленный режим определяют по три значения калибратора и поверяемого прибора с интервалом 10 секунд и подсчитывают среднеарифметическое значение. Основную абсолютную погрешность при измерении температуры в каждой точке рассчитывают по формуле:

$$\Delta_0 = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}},$$

где  $t_{\text{изм}}$  – значение температуры, измеренное измерителем, °С;

$t_{\text{эт}}$  – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

Прибор проходит в заданной точке в том случае, если абсолютная основная погрешность при измерении температуры в каждой контрольной точке не превышает  $\pm (1+0,01 \cdot t_{\text{эт}})$  °С, где  $t$  – значение температуры, °С.

Испытания проводились для трех образцов, поэтому данные действия необходимо было провести для каждого из образцов. После заполнения измеренных значений следовало рассчитать допускаемую и основную погрешность.

Рассчитаем погрешности измерений температуры в точке 19,95 °С.

Среднее арифметическое значение находится путем сложения всех измеренных значений и деления полученного результата на количество измерений.

Расчет производился по формуле:

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3},$$

где  $t_1, t_2, t_3$  – измеренные значения.

$$t_{\text{ср}} = \frac{20,0 + 19,98 + 20,0}{3} = 20,0 \text{ °С.}$$

Расчет абсолютной основной погрешности:

$$\Delta_0 = 20,0 - 19,95 = 0,05 \text{ °С.}$$

Расчет дополнительной погрешности:

$$\Delta_d = 1 + 0,01 \cdot 20,0 = \pm 1,20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Значение 0,05 м/с укладывается в допустимую погрешность, следовательно, на данной точке «ТАММ-20М» испытания прошел.

Пример формы протокола для определения погрешности температуры воздуха прибора «ТАММ-20М» (для трех образцов) приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Протокол для определения погрешности при измерении температуры воздуха

Температура эталона, $t_{\text{эт}}$ , $^\circ\text{C}$	Измеренная температура, $t_{\text{изм}}$ , $^\circ\text{C}$				Абсолютная погрешность, $^\circ\text{C}$	Допускаемая погрешность, $^\circ\text{C}$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_{\text{ср}}$		
Зав. № 793						
19,95	20,0	19,98	20,0	20,00	0,05	$\pm 1,20$
58,81	59,6	59,7	59,5	59,60	0,79	$\pm 1,59$
99,61	100,0	99,9	101,0	100,0	0,39	$\pm 2,00$
139,10	137,1	137,0	137,0	137,03	-2,07	$\pm 2,39$
-19,81	-20,2	-20,2	-20,3	-20,23	0,42	$\pm 1,20$
Зав. № 795						
19,95	20,0	20,1	20,0	20,03	0,08	$\pm 1,20$
58,81	59,9	59,8	59,8	59,83	1,02	$\pm 1,59$
99,61	101,0	100,9	100,8	100,9	1,29	$\pm 2,00$
139,10	137,0	137,0	136,9	136,97	-2,13	$\pm 2,39$
-19,81	-20,2	-20,4	-20,3	-20,30	0,49	$\pm 1,20$
Зав. № 796						
19,95	19,5	19,9	19,8	19,73	-0,22	$\pm 1,20$
58,81	59,5	59,3	59,4	59,40	0,59	$\pm 1,59$
99,61	99,9	100	100	99,97	0,36	$\pm 2,00$
139,10	138,1	138,0	137,8	137,97	-1,13	$\pm 2,39$
-19,81	-20,7	-20,6	-20,5	-20,60	0,79	$\pm 1,20$

Если же требовалось определить показания при разности температур, то прибор необходимо было долгое время выдерживать, ожидая выхода эталона на режим.

После проведения всех этапов испытаний и подсчета всех погрешностей подводится итог об успешности испытаний (соответствия метрологических характеристик заданным). Далее формируется акт о проведении испытаний.

В МИ 3290-2010 приводится рекомендуемое содержание протокола испытаний и поэтому может быть изменено на усмотрение заявителя/исполнителя [15].

В протоколе содержится информация:

- объект испытаний;
- заявитель и изготовитель;
- дата проведения испытаний;
- результаты испытаний;
- средства испытаний.

На титульном листе протокола содержится информация о измерителе «ТАММ-20М», документ ТУ 26.51.52-63923898-003-2017 на соответствие которому проводились испытания, информация изготовителя, которым выступает ООО «ТестЭйр», заявителе – Макарова Е.В., месте проведения испытаний – ФБУ «УРАЛТЕСТ», дате проведения испытаний: ноябрь 2017г. – май 2018г., условия проведения испытаний. Номер протокола № 4600/03-1-2018.

Далее перечислен перечень средств испытаний с номерами и годностью свидетельств о поверке (калибровке), указание класса точности и погрешности измерений:

- линейка измерительная металлическая зав. № 01, от 0 до 1000 мм,  $\Delta \pm 0,2$  мм, свидетельство о поверке № 925523, действительно до 06.09.2018 г;
- весы лабораторные электронные LP6200S зав. № 16312677, до 6200 г, спец. класс точности, свидетельство о поверке № 957653, действительно до 06.12.2018 г;
- измеритель давления ИДЦ-2 зав. № 231, диапазон измерения (0 – 160) кПа,  $\gamma = \pm 0,05$  %, свидетельство о поверке № 897894, действительно до 15.06.2018 г;
- стенд аэродинамический АСД-300/30М зав. № 11, диапазон воспроизведения скорости воздушного потока 0,1...30,0 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности  $\pm (0,015+0,015) V$  м/с, свидетельство о поверке № 2550/115983-2017, действительно до 23.11.2018 г.

После приведены результаты проведения испытаний в виде заполненных таблиц. После каждой метрологической характеристики (таблицы) подводится

итог на соответствие пункту программы испытаний. Пример протокола и описание расчетов можно посмотреть в таблице 5 и 6.

После приведены результаты опробования методики поверки также в виде таблиц, включая средства поверки. Средства поверки использованы те же, что и при испытаниях.

Последним подводится итог о возможности использования данной методики поверки. Полное содержание протокола приведено в приложении Г.

### **3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

Необходимость разработки методических материалов по повышению квалификации связано с поступлением на предприятие нового средства измерения «ТАММ-20М». Персонал необходимо научить работе с прибором.

При обучении персонала в современных условиях результаты повышения квалификации определяют на основе требования профессиональных стандартов, например, в области метрологии – это профессиональный стандарт «Специалист по метрологии».

#### **3.1. Анализ профессионального стандарта «Специалист по метрологии»**

Профессиональный стандарт «Специалист по метрологии» утвержден приказом Минтруда России от 29.06.2017 № 526н. Зарегистрирован 24.07.2017. Ответственная организация-разработчик: Общероссийское объединение работодателей «Российский союз промышленников и предпринимателей», город Москва [21].

Стандарт состоит из четырех обобщенных трудовых функций и 27 трудовых функций. Основной целью профессиональной деятельности метролога является обеспечение качества выпускаемой продукции. Специалист по метрологии должен обладать от четвертого до седьмого уровня квалификации.

Обобщенные трудовые функции:

- организационно-техническая поддержка метрологического обеспечения действующего производства;
- метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний продукции;
- организация работ по метрологическому обеспечению подразделений;
- организация работ по метрологическому обеспечению организации.

В разделы стандарта входят:

- общие сведения, где прописана цель профессиональной деятельности;
- описание трудовых функций (функциональная карта вида профессиональной деятельности);
- характеристика обобщенных трудовых функций;
- сведения об организациях-разработчиках стандарта.

Для разработки методических материалов по повышению квалификации выделим одну из обобщенных трудовых функций специалиста по метрологии – «Метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний продукции», а также трудовую функцию – «Поверка (калибровка) сложных средств измерений». Требования к обобщённой трудовой функции перечислены в таблице 7. Данная функция требует пятый уровень квалификации. Код функции В/04.5.

Таблица 7 – Требования к трудовой функции

Параметр	Требования
1	2
Трудовые действия	Разработка методик калибровки средств измерений
	Выполнение действий, предусмотренных методикой калибровки средств измерений
	Выполнение действий, предусмотренных методикой поверки средств измерений
Необходимые умения	Использовать измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений
	Применять методики и средства поверки (калибровки) средств измерений
	Рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений
	Оформлять результаты поверки (калибровки) средств измерений
Необходимые знания	Законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения
	Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы поверки (калибровки) средств измерений

## Окончание таблицы 7

1	2
	Нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации
	Области применения методов измерений
	Конструктивные особенности и принципы работы средств измерений
	Технологические возможности и области применения средств измерений
	Методики и средства поверки (калибровки) средств измерений
	Методы расчета погрешностей (неопределенностей) результатов измерений

Выделенные таким образом требования положены в основу для дальнейшего отбора содержания обучения по программе повышения квалификации поверителей.

### **3.2. Формирование содержания методических для повышения квалификации поверителей**

Подготовка специалистов осуществляется в Уральском филиале Академии стандартизации, метрологии и сертификации.

Ниже приведен перечень тем для повышения квалификации по программе «Поверка и калибровка средств теплотехнических измерений (средств измерений давления, температур)» [30].

Входной контроль и введение в специализацию.

1. Основы обеспечения единства измерений.

1.1. Основные положения законов Российской Федерации: «О техническом регулировании», «Об обеспечении единства измерений».

1.2. Законодательные, нормативные и правовые аспекты поверки и калибровки средства измерения.



- 1.3. Единицы величин. Системы единиц. Международная система единиц.
- 1.4. Измерения. Виды и методы измерений. Критерии качества измерений.
- 1.5. Погрешности измерений. Классы точности средств измерений.
- 1.6. Обработка результатов измерений.
- 1.7. Сфера и формы государственного регулирования в обеспечения единства измерений.
- 1.8. Методика (методы) измерений. Порядок их разработки.
2. Средства измерения температуры и их поверка (калибровка).
- 2.1. Методы измерений температуры и средства ее воспроизведения.

Температурные шкалы.

- 2.2. Термометры расширения и их поверка. Манометрические термометры.
- 2.3. Термоэлектрические преобразователи и их поверка (калибровка).
- 2.4. Термопреобразователи сопротивления и их поверка (калибровка).
- 2.5. Измерительные приборы, работающие с термопреобразователями.
- 2.6. Поверка измерительных приборов.
- 2.7. Аналого-цифровые преобразователи. Особенности работы цифровых приборов, их поверка.
- 2.8. Законы излучения и их использование в пирометрии. Классификация пирометров.
- 2.9. Пирометры полного и частичного излучения, монохроматического и спектрального состава излучения. Поверка пирометров, методы и средства поверки.

3. Средства измерения давления и их поверка (калибровка).

- 3.1. Обеспечение единства измерений давления.
- 3.2. Жидкостные приборы для измерения давления и их поверка.
- 3.3. Грузопоршневые манометры и их поверка.
- 3.4. Деформационные приборы для измерения давления и их поверка.
- 3.5. Дифференциальные манометры.
- 3.6. Измерительные преобразователи давления и их поверка.

4. Средства измерения расхода и их поверка.

4.1. Принципы, методы и средства измерений расхода. Классификация средств измерения расхода газа и жидкости.

4.2. Основные характеристики потока.

4.3. Расходомеры переменного перепада давления и их поверка.

4.4. Расходомеры постоянного перепада давления и их поверка.

4.5. Тахометрические расходомеры, счетчики и их поверка.

4.6. Акустические расходомеры и их поверка.

4.7. Электромагнитные расходомеры и их поверка.

4.8. Счетчики жидкостей, газа и их поверка.

Курсовая работа.

Экзамен.

Продолжительность обучения три недели (108 академических часов). Обучения предназначено для руководителей и инженерно-технических работников метрологических служб. Обучающиеся по данной программе изучают вопросы поверки и калибровки средств измерений температуры, давления, расхода и количества жидких и газообразных сред. В программу обучения входит изучение основ обеспечения единства измерений, а также принципов действия, устройства, метрологических характеристик и методов поверки и калибровки.

В результате обучения специалист должен овладеть навыками оформления результатов поверки, принятия соответствующих решений. Данная программа предназначена для руководителей и инженерно-технических работников метрологических служб. По окончании прохождения всей программы повышения квалификации выдается удостоверение о повышении квалификации [30].

Проводится специалистами ФБУ «УРАЛТЕСТ» и специалистами-практиками ведущих промышленных предприятий Уральского региона, имеющие большой производственный опыт.

Для подготовки специалистов-поверителей к поверке прибора «ГАММ-20М» в раздел «Средства измерения давления и их поверка» предлагается включить теоретическое занятие и лабораторную работу.

В рамках этого раздела предлагается изучить вопросы принципа работы «ТАММ-20М», поверки метрологических характеристик и методов поверки прибора «ТАММ-20М», выполнить лабораторную работу «Определение погрешности при измерении атмосферного давления», провести контроль усвоения знаний при помощи опроса. Объем изучения составляет восемь академических часов. В таблице 8 рассмотрим учебно-тематический обучения.

Таблица 8 – Учебно-тематический план обучения

№п/п	Наименование темы	Объем (часы)
1	Характеристики и принцип действия прибора «ТАММ-20М»	2
2	«Определение погрешности при измерении атмосферного давления»	6
	Итого	8

Ход теоретического и лабораторного занятия представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Ход занятий

Этап	Деятельность педагога	Деятельность обучающихся	Средства обучения	Результаты
1	2	3	4	5
Теоретическое занятие				
Приветственное слово, проверка посещаемости (10 мин)	Запись в журнал	–	Журнал	–
Изложение целей занятия (5 мин)	Изложение целей	Запись в тетрадь	–	–
Изложение материала (70 мин)	Изложение материала	Запись в тетрадь	Презентация	Знакомство с «ТАММ-20М»
Окончание занятия, подведение итога (5 мин)	Подведение итога	Участие в подведении итога	–	Сформированное представление о «ТАММ-20М»
Лабораторная работа				
Приветственное слово, проверка посещаемости (10 мин)	Запись в журнал	–	Журнал	–

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5
Изложение целей и задач занятия (5 мин)	Изложение целей и задач	Запись в тетрадь	–	–
Проведение лабораторной работы (205 мин) – проведение измерений (175 мин) – расчет погрешностей (30 мин)	Наблюдение, помощь	Самостоятельная работа	Барометр БОП-1М-3, барокамера БКМ-0,07, измеритель «ТАММ-20М», testo 622, документы на измеритель (описание типа, методика поверки)	Знакомство с методикой поверкой «ТАММ-20М»
Оформление отчета (15 мин)	Наблюдение, помощь	Самостоятельная работа	–	Подведение итога
Защита лабораторной работы, ответы на вопросы (30 мин)	Проведение защиты	Защита работы	–	–
Окончание занятия, подведение итога (5 мин)	Подведение итога	Участие в подведении итога	–	–

Теоретическое занятие «Характеристики и принцип действия прибора «ТАММ-20М»» представляет собой изучение документации прибора «ТАММ-20М». Для того, чтобы приступить к лабораторной работе необходимо изучить описание типа, технические условия и методику поверки для прибора «ТАММ-20М». Описание типа прибора поможет понять принцип работы «ТАММ-20М» – это необходимо для общего представления о приборе. Фрагмент описания типа приведен в параграфе 2.2. После теоретического занятия обучающийся приступает к выполнению лабораторной работы. Для наглядности разработана презентация на основе документов прибора, которая приведена в приложении Д.

В курсах повышения квалификации нуждаются специалисты, у которых уже есть базовый уровень подготовки, в связи с этим предлагается такой формат проведения занятия, как лабораторная работа [31].

Лабораторная работа на тему «Определение погрешности при измерении атмосферного давления».

Методы обучения: практический.

Цель: научиться определять погрешность измерения атмосферного давления при поверке измерителя «ТАММ-20М».

Задачи:

- проверить условия проведения поверки;
- провести измерения атмосферного давления;
- рассчитать абсолютную основную погрешность.

Оснащение:

- прибор комбинированный (testo 622);
- измеритель «ТАММ-20М»;
- барометр БОП-1М-3;
- барокамера БКМ-0,07;
- методика поверки, описание типа.

Порядок выполнения работы:

1. Проверить условия проведения испытаний, которые должны соответствовать:

Температура окружающей среды, °С.....от 18 до 28.

Атмосферное давление, кПа.....от 84 до 106,7.

Относительная влажность воздуха, %.....от 20 до 80.

2. Провести измерения:

Измерения проводят в барометрической камере при пяти значениях атмосферного давления:  $(510 \pm 5)$  гПа,  $(700 \pm 5)$  гПа,  $(800 \pm 5)$  гПа,  $(900 \pm 5)$  гПа и  $(1100 \pm 5)$  гПа. Устанавливают испытуемый измеритель и эталонный барометр в барометрическую камеру и задают последовательно значения давления. После выхода барометрической камеры на заданный режим выполняют измерения давления одновременно испытуемым измерителем и эталонным барометром.

3. Рассчитать абсолютную основную погрешность в каждой точке по формуле:

$$\Delta_o = A_{\text{изм}} - A_{\text{эт}},$$

где  $A_{\text{изм}}$  – значение давления, измеренное измерителем, гПа;

$A_{\text{эт}}$  – значение давления, измеренное эталонным барометром, гПа.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если абсолютная основная погрешность при измерении атмосферного давления в каждой точке не превышает  $\pm 10$  гПа.

4. Полученные результаты занести в таблицу 10:

Таблица 10 – Определение погрешности при измерении атмосферного давления

Атм. давление по эталону $A_{\text{эт}}$ , гПа	Измеренное атм. давление $A_{\text{изм}}$ , гПа	Абсолютная погрешность, гПа	Допускаемая погрешность, гПа

5. Подвести итог об успешности прохождения поверки.

6. Оформить отчет.

Содержание отчета:

- тема;
- цель;
- алгоритм проведения поверки;
- протокол поверки;
- итог.

7. Ответить на контрольные вопросы:

- назовите назначение комбинированного прибора «ТАММ-20М»;
- назовите метрологические характеристики прибора «ТАММ-20М»;
- назовите разделы методики поверки и их содержание;
- защитите протокол поверки.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В выпускной квалификационной работе произведен анализ нормативных документов в области технического законодательства Российской Федерации, применительно к процедуре утверждения типа средств измерений. Изученные нормативные документы можно условно разделить на две группы – относящиеся к процессу утверждения типа и применяемые к документам.

Для прибора «ТАММ-20М» разработана программа испытаний и проведена ее апробация (испытания в целях подтверждения метрологических характеристик, заявленных изготовителем). Программа испытаний принята отделом теплотехнических измерений для внесения ее в комплект документов, отправляемых на утверждение типа. Программа испытаний утверждена заместителем директора по метрологии ФБУ «УРАТЕСТ», что подтверждено актом внедрения (приложение Е).

После того, как будет собран полный комплект документов, включая программу испытаний, его отправляют в Росстандарт вместе с заявкой на утверждение типа средства измерения.

Проанализирован профессиональный стандарт «Специалист по метрологии». Для повышения квалификации поверителей разработаны теоретическое занятие и лабораторная работа на применение методики поверки прибора «ТАММ-20М».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <http://www.vniims.ru>.

2. ГОСТ 19.301–79. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению [Текст]. – Введ. 1980-01-01. – Москва: Издательство стандартов, 1980. – 5 с.

3. ГОСТ 8.009-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений [Электронный ресурс]. – Введ. 1986-01-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

4. ГОСТ 8.547-2009. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений влажности газов [Электронный ресурс]. – Введ. 2011-07-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

5. ГОСТ 8.558-2009. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры [Электронный ресурс]. – Введ. 2012-07-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

6. ГОСТ 8.886-2015. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений скорости воздушного потока [Электронный ресурс]. – Введ. 2016-05-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

7. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий [Электронный ресурс]. – Введ. 2012-01-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

8. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов



измерений. Основные положения [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

9. ГОСТ Р 8.802-2012. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 250 МПа [Электронный ресурс]. – Введ. 2014-01-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

10. ГОСТ Р 8.840-2013. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне 1– 106 Па [Электронный ресурс]. – Введ. 2015-01-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

11. ГОСТ 2.105-95. ГСИ. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам [Электронный ресурс]. – Введ. 1996-07-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

12. Евразийская сертификационная компания [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <http://www.ecert.ru>.

13. Испытания и утверждение типов средств измерений [Текст] / Международная организация законодательной метрологии, 1988. – 27 с.

14. Метрология (наука об измерениях) [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <http://metro.b.ru>.

15. МИ 3290-2010. Рекомендации по подготовке и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа [Текст]. – Взамен МИ 2146-98 и МИ 2646-2001 ; введ. 2010-10-01 – Москва: Издательство стандартов, 2002-34 с.

16. Российская Федерация. Законы. Об обеспечении единства измерений № 102 [Электронный ресурс]: федер закон: [принят Гос. думой 11 июня 2008 г.: одобр. Советом Федерации 18 июня 2008 г.] // Консультант Плюс: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

17. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении Административного регламента по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений № 970 [Электронный ресурс]: приказ: [утвержден Минпромторгом 25 июня 2013 г.] // Консультант Плюс: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

18. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении методики определения размера платы за оказание услуги по испытаниям стандартного образца или средства измерений в целях утверждения типа в области обеспечения единства измерений и предельного размера платы за оказание указанной услуги № 973 [Электронный ресурс]: приказ: [утвержден Минпромторгом 25 июня 2013 г.] // Консультант Плюс: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

19. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, Порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения № 1081 [Электронный ресурс]: приказ: [утвержден Минпромторгом от 30 июня 2009 г.] // Консультант Плюс: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

20. Евразийская экономическая комиссия. Решения. Об утверждении Порядка утверждения типа средств измерений № 98 [Электронный ресурс]: решение: [утвержден Советом Евразийской экономической комиссии 18 октября 2016 г.] // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

21. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по метрологии» № 526н [Электронный ресурс]: приказ:

[утвержден Минтруда 29 июня 2017 г.] // Консультант Плюс: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

22. Общество с ограниченной ответственностью «ТестЭйр» [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <http://www.testair.ru>.

23. Подласый, И.П. Педагогика [Текст]: учеб. для студентов высших пед. учеб. заведений / И.П. Подласый. – Москва: Просвещение: ВЛАДОС, 1996. – 432 с.

24. Р 50.2.077-2014. ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Введ. 2014-10-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

25. РМГ 51-2002. ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения [Текст]. – Взамен РД 50-660-88; введ. 2002-05-30 – Москва: Издательство стандартов, 2002. – 34 с.

26. РМГ 74-2004. ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений [Электронный ресурс]. – Введ. 2005-03-01 // Техэксперт: справочно-правовая система. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.

27. Ростест-Москва [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <http://www.rostest.ru/>.

28. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <https://www.gost.ru>.

29. Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации метрологии и испытаний в свердловской области» ФБУ «УРАЛТЕСТ» [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <http://www.uraltest.ru>.

30. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Уральский филиал

«Академия стандартизации, метрологии и сертификации» [Электронный ресурс]: официальный портал. – Режим доступа: <http://uralasms.ru>.

31. Эрганова, Н. Е. Методика профессионального обучения [Текст]: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп / Н.Е. Эрганова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2003.-150 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Заявка на проведение испытаний

---

Индивидуальный предприниматель Макарова Елена Владимировна

---

620100 г. Екатеринбург, ул. Тверитина, 11-138

Тел. (343) 251-93-46

[www.testair.ru](http://www.testair.ru) e-mail: [makarov@testair.ru](mailto:makarov@testair.ru)

ИНН 666200465979 ОГРНИП 304667228900029 ОКПО 65111199

---

р/с 40802810113020000275 в Филнал № 6602 ВТБ 24 (ПАО) г. Екатеринбург, к/с: 30101810965770000413, БИК: 046577413

---

Руководителю  
ЦИ СИ ФБУ «УРАЛТЕСТ»  
Ю.М. Суханову

620990, г. Екатеринбург,  
ул. Красноармейская, д. 2а

Прошу провести испытания в целях утверждения типа «Измерители комбинированные ТАММ-20М», изготавливаемых обществом с ограниченной ответственностью «ТестЭйр».

1. Назначение СИ: измерения разности давления неагрессивных, негорючих газов (микроманометр), скорости и температуры воздушных и газовых потоков (термоанемометр), относительной влажности воздуха (гигрометр) и величины атмосферного давления (барометр)

2. Область применения: контроль параметров приточно-вытяжной вентиляции, расхода вредных выбросов производств, параметров микроклимата в помещениях; аэродинамических исследований и т. п.

3. Характер производства: серийное.

4. Сведения о наличии программного продукта программное обеспечение: нет.

5. Метрологические и технические характеристики, включая показатели точности:

– Диапазоны измерения разности давлений (-50 Па ...+50 Па) в режиме «Па» и (-25000 Па ...+25000 Па) в режиме «гПа». Предел допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении разности давлений  $\pm(1+0,025 \cdot P)$  Па в режиме «Па», и  $\pm(1 \text{ е.м.р.} + 0,025 \cdot P)$  Па в режиме «гПа», где 1 е.м.р. - значение единицы младшего разряда, P - значение измеряемой разности давлений.

– Диапазон измерения скорости воздушного потока (0,1+25,0) м/с. Предел допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении скорости воздушного потока  $\pm(0,1+0,05 \cdot V)$ , где V - значение скорости воздушного потока, м/с.

– Диапазон измерения температуры воздуха (-20 ÷ +140) °С. Предел допускаемой абсолютной основной погрешности при измерении температуры воздуха (t)  $\pm(1+0,01 \cdot t)$  °С.

– Диапазон измерения влажности воздуха 10...90 %. Предел допускаемой абсолютной основной погрешности ( $\Delta^\circ$ ) при измерении влажности воздуха  $\pm 4$  %.

– Диапазон измерения атмосферного давления 50...115 кПа. Предел допускаемой абсолютной основной погрешности ( $\Delta^\circ$ ) при измерении атмосферного давления  $\pm 1$  кПа.

6. Сведения о документе на методику поверки: проект методики поверки (в составе РЭ).

7. Сведения о документах по которым осуществляется изготовление СИ:  
ТУ 4311-002-25057366-2017.

8. Сведения о наличии протоколов предварительных испытаний: нет.

Оплату работ по испытаниям «Измерители комбинированные ТАММ-20М», включая проверку результатов испытаний гарантирую в соответствии с условиями договора/контракта.

Приложения:

- 1 Копия доверенности изготовителя для заявителя.
  - 2 Комплект эксплуатационных документов: руководство по эксплуатации включает паспорт и МП, технические условия.
- Фотографии общего вида средства измерения.



Е.В.Макарова

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**Область аккредитации**



Руководитель (заместитель руководителя)  
м.п. Федеральной службы по аккредитации

*[Handwritten signature]*

ЛИТВАК А.Г.

подпись

23 ОКТ 2013

инициалы, фамилия

Приложение аттестату аккредитации

№ 30058-13

от «21» октября 2013 г.

на 9 листах, лист 1

**ОБЛАСТЬ АККРЕДИТАЦИИ**

**Федеральное бюджетное учреждение  
«Государственный региональный центр  
стандартизации, метрологии и испытаний в Свердловской области»  
(ФБУ «УРАЛТЕСТ»)**

наименование юридического лица или фамилия, имя и отчество  
(в случае, если имеется) индивидуального предпринимателя

**620990, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, дом 2а;  
624083, Свердловская обл., г. Среднеуральск, ул. Гашева, дом 2а.**

адрес места осуществления деятельности

**Испытания средств измерений в целях утверждения типа**

N п/п	Измерения	Испытываемые средства измерений	Обеспечиваемые предельные значения	
			диапазон измерений	погрешность и (или) неопреде- ленность
1		2	3	4
<b>620990, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, дом 2а</b>				
32	<b>Теплофизи- ческие и темпе- ратурные изме- рения</b>	Средства измерений тем- пературы контактный метод	(-196...+1600) °С	± (0,004-12) °С
33		Средства измерений тем- пературы бесконтактный метод	(-50...+2000) °С	± (1-20) °С
34		Средства измерений тем- пературы вспышки нефтепродуктов	(+30...+300) °С	± (2-5) °С

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Программа испытаний «ТАММ-20М»

СОГЛАСОВАНО

ИП Макарова  
Елена Владимировна

  
\_\_\_\_\_ Е.В. Макарова  
« 15 » января 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
по метрологии, руководитель службы по  
обеспечению единства измерений  
ФБУ «УРАЛТЕСТ»

  
\_\_\_\_\_ Ю.М. Суханов  
« 16 » января 2018 г.

ИЗМЕРИТЕЛИ КОМБИНИРОВАННЫЕ ТАММ-20М

ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ  
В ЦЕЛЯХ УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

№ 4600/06 - 2018

г. Екатеринбург  
2018 г.



## 1. Объект испытаний.

1.1. Измерители комбинированные ТАММ-20М (далее – измерители) предназначены для измерений разности давления неагрессивных, негорючих газов (микроманометр), скорости и температуры воздушных и газовых потоков (термоанемометр), относительной влажности воздуха (гигрометр) и величины атмосферного давления (барометр).

1.2. Измерители изготавливаются обществом с ограниченной ответственностью «ТестЭйр» серийно.

1.3. На испытания представляют три образца измерителей, которых достаточно для принятия решения о распространении результатов испытаний на весь тип.

## 2. Содержание и объем испытаний.

Этапы испытаний указаны в таблице В.1.

Таблица В.1 – Содержание и объем испытаний

№№ п/п	Наименование этапа Испытаний	Ссылка на пункт методики испытаний	Сведения об эталонах и испытательном оборудовании для проведения испытаний
1	2	3	4
1	Оценка полноты и правильности выражения метрологических и технических характеристик в представленной документации	4.1	
2	Проверка внешнего вида, комплектности, маркировки	4.2	
3	Определение габаритных размеров и массы	4.3	Линейка измерительная металлическая, от 0 до 500 мм, $\Delta = \pm 0,15$ мм; Весы лабораторные электронные LP6200S, до 6200 г, спец. класс точности.
4	Определение основной погрешности при измерении разности давлений	4.4	Измеритель давления ИДЦ-2, диапазон измерения (0 - 160) кПа, $\gamma = \pm 0,05$ %
5	Определение основной погрешности при измерении скорости воздушного потока	4.5	Стенд аэродинамический АСД-300/30М, диапазон воспроизведения скорости воздушного потока 0,1...30,0 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,015+0,015) \cdot V$ м/с.

Окончание таблицы В.1

1	2	3	4
6	Определение основной погрешности при измерении температуры воздуха	4.6	Калибратор температуры КТ-1М, диапазон измерений температуры от минус 50 до плюс 140 °С, $\Delta = \pm (0,05 + 0,0005)  t $ °С
7	Определение основной погрешности при измерении относительной влажности воздуха	4.7	Климатическая камера BINDER KMF 115, диапазон воспроизведения: от 5 до 95 %, отклонение до 0,8 %. Гигрометр Rotronic мод. «HygroLogNT», диапазон измерений относительной влажности (0 – 100) %, $\Delta \pm 1,0$ %
8	Определение основной погрешности при измерении атмосферного давления	4.8	Барометр образцовый переносной БОП-1М-3, диапазон (5 – 2800) гПа, погрешность: $\pm 10$ Па в диапазоне (5 – 1100) гПа, $\pm 0,01$ % в диапазоне (1100 – 2800) гПа. Барокамера БКМ-0.07, диапазон от 10 до 1200 гПа
9	Испытания на воздействие повышенной (пониженной) температуры окружающего воздуха	4.9	Климатическая камера BINDER KMF115, диапазон воспроизведения: от 5 до 95 %, отклонение до 0,8 %, от -10 до +100 °С, отклонение до 0,4 °С. СИ по п. 4 – 8 настоящей таблицы
10	Оценка возможности проведения поверки по документу МП 4600/1-2018 «Измерители комбинированные ТАММ-20М. Методика поверки»	4.10	Оборудование по МП 4600/1-2018 «Измерители комбинированные ТАММ-20М. Методика поверки»
11	Оценка защиты и идентификация программного обеспечения	5	
12	Определение интервала между поверками	6	
13	Анализ конструкции СИ	7	

2.2. Допускается применение эталонных средств измерений, испытательного оборудования и контрольной испытательной аппаратуры, отличных от приведенных в таблице В.1, при условии обеспечения требуемых характеристик.

### 3. Условия проведения испытаний.

Все испытания средства измерений, если их условия не оговорены отдельно, проводят в следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С.....от 15 до 25;

- атмосферное давление, кПа.....от 84 до 107,0;
- относительная влажность воздуха, %, не более..от 20 до 80.

#### 4. Методы (методики) испытаний.

4.1. Оценка полноты и правильности выражения метрологических и технических характеристик в представленной документации.

Оценивается полнота и правильность выражения метрологических и технических характеристик, включая показатели точности, в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации. Если в документации допущены несоответствия требованиям нормативных документов, то выявленные несоответствия подлежат устранению.

#### 4.2. Проверка внешнего вида, комплектности, маркировки.

Проверку проводят внешним осмотром и сличением с технической документацией.

#### 4.3. Определение габаритных размеров и массы.

Массу измерителя определить путем однократного взвешивания на настольных весах. Габаритные размеры определяют непосредственным измерением при помощи линейки.

Измеритель считается выдержавшим испытания, если измеренные значения: массы не более 0,8 кг; габаритные размеры не более 205×140×55 мм.

4.4. Определение абсолютной основной погрешности при измерении разности давлений.

Собрать схему, приведенную на рисунке В.1.

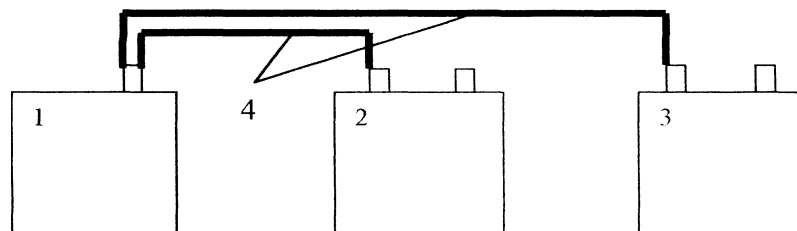


Рисунок В.1 – Схема испытаний прибора в режиме микроманометра  
 1 – устройство создания разности давлений; 2 – эталонный микроманометр,  
 3 – прибор ТАММ-20М в режиме микроманометра; 4 – шланги.

4.4.1. Перед началом измерений выдержать прибор во включенном состоянии не менее 5 минут. Перед проведением измерений в режиме «Па» необходимо включить режим периодической автоматической установки нуля, который активируется, если нажать кнопку «>0<» и удерживать ее до момента срабатывания клапанного механизма (сдвоенный щелчок) около 5 секунд.

4.4.2. С помощью устройства создания разности давлений задать разность давлений последовательно в пяти точках, равномерно распределенных в каждом диапазоне, включая минимальное и максимальное значения диапазонов измерений.

4.4.3. Перед проведением измерений в режиме «Па» необходимо включить режим периодической автоматической установки нуля, который активируется, если нажать кнопку «>0<» и удерживать ее до момента срабатывания клапанного механизма (сдвоенный щелчок) около 5 секунд.

4.4.4. Регистрацию показаний эталона и прибора в режиме микрометра произвести при повышении давления и в тех же точках при понижении давления.

4.4.5. Рассчитать основную абсолютную погрешность при измерении разности давлений по формуле:

$$\Delta = P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{изм}}$  – показание измерителя, Па в режиме «Па», гПа в режиме «гПа»;

$P_{\text{эт}}$  – показание эталона, Па в режиме «Па», гПа в режиме «гПа».

4.4.6. Результат проверки считается удовлетворительным, если абсолютная основная погрешность при измерении разности давлений воздуха в каждой точке диапазона измерений не превышает:

– в режиме «Па»  $\pm(3+0,03) \cdot P$  Па, где  $P$  – значение разности давлений, Па;

– в режиме «гПа»  $\pm(3+0,03) \cdot P$  гПа, где  $P$  – значение разности давлений, гПа.

4.5. Определение абсолютной основной погрешности при измерении скорости воздушного потока.

4.5.1. Установить первичный преобразователь измерителя в зоне равных скоростей рабочего участка аэродинамического стенда.

4.5.2. Привести установку в действие и задать последовательно с точностью  $\pm 1$  м/с не менее пяти значений скорости воздушного потока, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, включая минимальное и максимальное значения, и зафиксировать показания эталонного и испытываемого приборов.

4.5.3. В каждой точке провести не менее трех измерений и рассчитать среднее арифметическое значение.

4.5.4. Основную абсолютную погрешность при измерении скорости воздушного потока рассчитать в каждой точке по формуле

$$\Delta = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}, \quad (2)$$

где  $V_{\text{изм}}$  – значение скорости воздушного потока, измеренное измерителем, м/с;  
 $V_{\text{эт}}$  – значение скорости воздушного потока в эталонной аэродинамическом стенде, м/с.

4.5.5. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если абсолютная основная погрешность при измерении скорости воздушного потока в каждой точке диапазона измерений не превышает  $\pm (0,1+0,05 \cdot V)$  м/с, где  $V$  – значение скорости воздушного потока, м/с.

4.6. Определение абсолютной основной погрешности при измерении температуры воздуха.

4.6.1. Установить чувствительный элемент поверяемого прибора в канал сравнения калибратора температуры и установить последовательно не менее пяти значений температуры, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая минимальное и максимальное значения.

4.6.2. После выхода калибратора температуры на установленный режим произвести не менее трех отсчетов показаний калибратора и поверяемого прибора с интервалом 10 секунд и за результат измерений принять среднеарифметические значения.

4.6.3. Основную абсолютную погрешность при измерении температуры в каждой точке рассчитать по формуле:

$$\Delta = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (3)$$

где  $t_{\text{изм}}$  – значение температуры, измеренное измерителем, °С;

$t_{\text{эт}}$  – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

4.6.4. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если абсолютная основная погрешность при измерении температуры в каждой контрольной точке не превышает  $\pm (1+0,01 \cdot t)$  °С, где  $t$  – значение температуры, °С.

4.7. Определение абсолютной основной погрешности при измерении относительной влажности воздуха.

Проверку проводить при температуре в климатической камере  $(23 \pm 2)$  °С.

4.7.1. Поместить испытуемый измеритель и чувствительный элемент эталонного гигрометра в климатическую камеру. Задать в климатической камере последовательно не менее пяти значений относительной влажности, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая минимальное и максимальное значения диапазона измерений с точностью  $\pm 5$  %.

4.7.2. Через 15 минут после выхода климатической камеры на заданный режим провести измерения относительной влажности одновременно испытуемым измерителем и эталонным гигрометром.

4.7.3. Абсолютную основную погрешность при измерении относительной влажности воздуха в каждой точке рассчитать по формуле:

$$\Delta = H_{\text{изм}} - H_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где  $H_{\text{изм}}$  – значение относительной влажности, измеренное измерителем, %;

$H_{\text{эт}}$  – значение относительной влажности, измеренное эталонным гигрометром, %.

4.7.4. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если абсолютная основная погрешность при измерении относительной влажности в каждой точке не превышает  $\pm 4$  %.

4.8. Определение абсолютной основной погрешности при измерении атмосферного давления.

Измерения проводят в барометрической камере при пяти значениях атмосферного давления:  $(510 \pm 5)$  гПа,  $(700 \pm 5)$  гПа,  $(800 \pm 5)$  гПа,  $(900 \pm 5)$  гПа и  $(1100 \pm 5)$  гПа.

4.8.1. Устанавливают испытуемый измеритель и эталонный барометр в барометрическую камеру и задают последовательно значения давления.

4.8.2. После выхода барометрической камеры на заданный режим выполняют измерения давления одновременно испытуемым измерителем и эталонным барометром.

4.8.3. Основную абсолютную погрешность при измерении атмосферного давления в каждой точке рассчитать по формуле:

$$\Delta = A_{\text{изм}} - A_{\text{эт}}, \quad (5)$$

где  $A_{\text{изм}}$  – значение давления, измеренное измерителем, гПа;

$A_{\text{эт}}$  – значение давления, измеренное эталонным барометром, гПа.

4.8.4. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если абсолютная основная погрешность при измерении атмосферного давления в каждой точке не превышает  $\pm 10$  гПа.

4.9. Испытания на воздействие повышенной (пониженной) температуры окружающего воздуха.

4.9.1. Перед проверкой определить основные погрешности измерителя по п. 4.4. – 4.8. при минимальном и максимальном значениях диапазона измерений соответствующей величины. Для канала относительной влажности измерения проводить в точках  $(45 \pm 5)$  % и  $(85 \pm 5)$  %.

4.9.2. Поместить измеритель в климатическую камеру и установить температуру в ней  $(5 \pm 3)$  °С. После выхода камеры на режим измеритель выдерживают в течение двух часов и определяют погрешности измерителя в соответствии с п. 4.4. – 4.8. при минимальном и максимальном значениях диапазона измерений соответствующей величины. Для канала относительной влажности измерения проводить в точках  $(45 \pm 5)$  % и  $(85 \pm 5)$  %.

4.9.3. Поместить измеритель в климатическую камеру и установить температуру в ней  $(40 \pm 3)$  °С. После выхода камеры на режим измеритель выдерживают

вают в течение двух часов и определяют погрешности измерителя в соответствии с п. 4.4. – 4.8. при минимальном и максимальном значениях диапазона измерений соответствующей величины. Для канала относительной влажности измерения проводить в точках  $(45 \pm 5) \%$  и  $(85 \pm 5) \%$ .

4.9.4. Дополнительную погрешность от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  для каждой измеряемой величины рассчитать по формуле:

$$\Delta_{\theta} = \frac{(|\Delta_t| - |\Delta_0|) \cdot 10}{|T_t - T_0|}, \quad (6)$$

где  $\Delta_t$  – значения основных погрешностей измерений (разности давлений, скорости воздушного потока, температуры воздуха, влажности воздуха и атмосферного давления, соответственно) при повышенной (пониженной) температуре окружающего воздуха;

$\Delta_0$  – значения основных погрешностей измерений (разности давлений, скорости воздушного потока, температуры воздуха, влажности воздуха и атмосферного давления, соответственно) в нормальных условиях;

$T_0$  – значение температуры при нормальных условиях,  $^\circ\text{C}$ ;

$T_t$  – значение повышенной (пониженной) температуры,  $^\circ\text{C}$ .

4.9.5. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если дополнительные погрешности от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур не превышают значений  $\pm 0,5\Delta_0$  для каждой измеряемой величины.

4.10. Оценка возможности проведения поверки по документу «Измерители комбинированные ТАММ-20М. Методика поверки».

Оценку проводят по методике поверки в объеме операций, предусмотренных методикой. Проверяют возможность выполнения всех операций поверки.

5. Оценка защиты и идентификация программного обеспечения.

5.1. Проверка документации на средство измерения в части программного обеспечения.



Оценивается полнота и правильность описания программного обеспечения в документации на измеритель. Если в документации допущены несоответствия требованиям нормативных документов или представленная информация не достаточна, то выявленные несоответствия подлежат устранению.

## 5.2. Проверка идентификационных данных программного обеспечения.

5.2.1. Для проверки идентификационных данных программного обеспечения прибора необходимо скачать с сайта изготовителя [www.testair.ru](http://www.testair.ru) (на странице с описанием измерителя комбинированного ТАММ-20М) программу «ООО «ТестЭйр» – Сведения об устройстве».

5.2.2. Подключить прибор кабелем к порту USB компьютера.

5.2.3. Включить прибор в любом режиме (микроманометр либо анемометр).

5.2.4. Запустить на компьютере программу «ООО «ТестЭйр» – Сведения об устройстве», исполняемый файл devinfo.exe. Вид окна программы приведен на рисунке В.2.

5.2.5. Нажать кнопку «Информация о приборе». В окне «Тип подключенного прибора» должна появиться информация: ТАММ-20М. В окне «Заводской номер» должен появиться номер прибора, который должен совпадать с номером на корпусе прибора. В окне «Версия прошивки» должен появиться номер версии интегрированного программного обеспечения прибора. Версия программного обеспечения прибора должна быть не ниже 5.1.1.

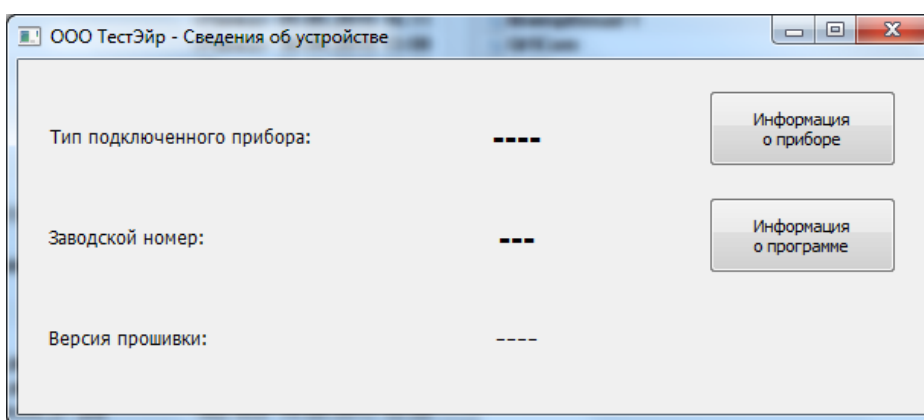


Рисунок В.2 – Окно программы

5.3. Проверка уровня защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений.

Проверяется наличие средств защиты программного обеспечения и измеренной информации от изменения или удаления в случае возникновения случайных воздействий. Проверяется наличие средств, информирующих об изменении или удалении программного обеспечения и/или измеренных данных. Проверяется наличие мер от несанкционированного входа в калибровочный режим, позволяющий изменить значения калибровочных констант в памяти средства измерения.

6. Определение интервала между поверками.

Определение интервала между поверками измерителей проводится согласно п. А5 РМГ 74-2004 «ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений» с учетом информации об интервале между поверками средств измерений-аналогов [26].

7. Анализ конструкции средства измерений.

Анализ конструкции измерителей проводится визуально на предмет обеспечения ограничения доступа к внутренним частям измерителя.

Зам. начальника отдела  
ФБУ «УРАЛТЕСТ»

Д.В. Спесивцев

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
**Протокол испытаний**



Федеральное бюджетное учреждение  
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии  
и испытаний  
в Свердловской области» (ФБУ «УРАЛТЕСТ»)  
620990, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д. 2а  
(рег. № в реестре аккредитованных лиц 30058-13 от 21.10.2013,  
испытания средств измерений в целях утверждения типа)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора по метрологии,  
руководитель службы по обеспечению единства измерений

подпись	Ю.М. Суханов инициалы, фамилия
---------	-----------------------------------

МП

« 30 » мая 2018 г.

## ПРОТОКОЛ № 4600/03-1-2018

### испытаний средств измерений в целях утверждения типа

Объект испытаний:	Измерители комбинированные ТАММ-20М
Документ, на соответствие которому проводились испытания:	ТУ 26.51.52-63923898-003-2017
Заявитель:	Индивидуальный предприниматель Макарова Елена Владимировна (ИП Макарова Елена Владимировна) 620142, г. Екатеринбург, ул. Щорса, д.7
Изготовитель:	Общество с ограниченной ответственностью ООО «ТестЭйр» 620137, г. Екатеринбург, ул. Вилонова, д. 16, кв. 83;
Место проведения испытаний:	ФБУ «УРАЛТЕСТ» г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д. 2а
Дата проведения испытаний:	Ноябрь 2017 г. – май 2018 г.
Заключение по результатам испытаний:	Образцы измерителей комбинированных ТАММ-20М зав. № 793; № 795; № 796 соответствуют требованиям ТУ 26.51.52-63923898-003-2017.
Результаты испытаний распространяются на весь тип Условия проведения испытаний:	Измерителей комбинированных ТАММ-20М – температура окружающего воздуха от $25\pm 5^\circ\text{C}$ ; – относительная влажность воздуха от 20 до 80 %; – атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.
Испытания проводились в соответствии с:	Измерители комбинированные ТАММ-20М. Программа испытаний в целях утверждения типа № 4600/06-2017», утвержденной ФБУ «УРАЛТЕСТ»
Средства испытаний:	

1. Линейка измерительная металлическая зав. № 01, от 0 до 1000 мм,  $\Delta \pm 0,2$  мм, свидетельство о поверке № 925523, действительно до 06.09.2018 г.

2. Весы лабораторные электронные LP6200S зав. № 16312677, до 6200 г, спец. класс точности, свидетельство о поверке № 957653, действительно до 06.12.2018 г.

3. Измеритель давления ИДЦ-2 зав. № 231, диапазон измерения (0 - 160) кПа,  $\gamma = \pm 0,05 \%$ , свидетельство о поверке № 897894, действительно до 15.06.2018 г.

4. Стенд аэродинамический АСД-300/30М зав. № 11, диапазон воспроизведения скорости воздушного потока 0,1...30,0 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности  $\pm (0,015+0,015) \cdot V$  м/с, свидетельство о поверке № 2550/115983-2017, действительно до 23.11.2018 г.

5. Калибратор температуры КТ-1М, диапазон измерений температуры от минус 50 до плюс 140 °С,  $\Delta = \pm (0,05 + 0,0005) |t|$  °С, свидетельства о поверке № 1705-00273, действительно до 01.03.2018 г., № 979150, действительно до 27.02.2019 г.

6. Климатическая камера BINDER KMF 115, зав. № 10-18242, протокол периодической аттестации № ЕК00-0540/1, действителен до 09.05.2018 г., протокол периодической аттестации № ЕК00-1400, действителен до 09.05.2019 г.

7. Гигрометр Rotronic мод. «HygroLogNT» зав. № 60810160, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 100) %,  $\Delta \pm 1,0 \%$ , свидетельства о поверке № 845187, действительно до 25.11.2017 г., № 951548, действительно до 23.11.2018 г.

8. Барометр образцовый переносной БОП-1М-3 зав. № 0103735, диапазон (5 – 2800) гПа, погрешность:  $\pm 10$  Па в диапазоне (5 – 1100) гПа,  $\pm 0,01 \%$  в диапазоне (1100 – 2800) гПа, свидетельства о поверке № 842340, действительно до 22.11.2017 г., № 949818, действительно до 16.11.2018 г.

9. Прибор комбинированный Testo-622 0560 6220, зав. № 39511307/608, свидетельства о поверке № 866479, действительно до 20.02.2018 г., № 979374, действительно до 19.02.2019 г.

10. Барокамера БКМ-0.07, зав. № 63, протокол периодической аттестации № 63, действителен до 02.04.2018 г., протокол периодической аттестации № 64, действителен до 01.04.2019 г.

Результаты испытаний:

1. Оценка полноты и правильности выражения метрологических и технических характеристик в представленной документации.

Наименование и выражение метрологических и технических характеристик, указанных в технической документации, соответствуют допущенным к применению в Российской Федерации. Объем метрологических и технических характеристик достаточен для выполнения измерителями скорости воздушного потока СДСВ 01 необходимых измерительных задач.

2. Проверка соответствия требованиям документации в части внешнего вида, комплектности, маркировки и упаковки.

Соответствует требованиям технических условий.

3. Определение габаритных размеров и массы. Данные приведены в таблице Г.1.

Таблицы Г.1 – Габаритные размеры и масса

Наименование характеристики	Зав. № измерителя		
	793	795	796
Габаритные размеры, мм	203×137×55	202×138×55	202×138×55
Масса, кг	0,78	0,78	0,78

Соответствует требованиям п. 4.3. документа «Измерители комбинированные «ТАММ-20М». Программа испытаний в целях утверждения типа».

4. Определение абсолютной основной погрешности при измерении разности давлений. Данные приведены в таблице Г.2.

Таблица Г.2 – Погрешность разности давлений

Давление по эталону Рэт, Па/гПа	Измеренное давление Ризм, Па/гПа		Абсолютная погрешность Δ, Па/гПа		Допускаемая погрешность, Па/гПа
	ПХ	ОХ	ПХ	ОХ	
1	2	3	4	5	6
Зав. № 793					
в режиме «Па»					
-1990	-1996	-1998	6	8	± 62,7
-1000	-1006	-1006	6	6	± 33,0
0	0	-1	0	1	± 3,0
1250	1252	1251	2	1	± 40,5

Окончание таблицы Г.2

1	2	3	4	5	6
2500	2506	2506	6	6	± 78,0
в режиме «гПа»					
-250	-251	-251	1	1	± 8,50
-125	-125	-125	0	0	± 4,75
0	0	0	0	0	± 3,00
125	124	124	1	1	± 8,50
250	251	251	1	1	± 4,75
Зав. № 795					
в режиме «Па»					
-1990	-1993	-1992	3	2	± 62,7
-1000	-1009	-1008	9	8	± 33,0
0	0	-1	0	1	± 3,0
1250	1254	1254	4	4	± 40,5
2500	2498	2498	2	2	± 78,0
в режиме «гПа»					
-250	-249	-249	1	1	± 8,50
-125	-125	-125	0	0	± 4,75
0	0	0	0	0	± 3,00
125	124	124	1	1	± 8,50
250	248	248	2	2	± 4,75
Зав. № 796					
в режиме «Па»					
-1990	-1996	-1998	6	8	± 62,7
-1000	-1006	-1006	6	6	± 33,0
0	0	-1	0	1	± 3,0
1250	1252	1251	2	1	± 40,5
2500	2506	2506	6	6	± 78,0
в режиме «гПа»					
-250	-251	-251	1	1	± 8,50
-125	-125	-125	0	0	± 4,75
0	0	0	0	0	± 3,00
125	124	124	1	1	± 8,50
250	251	251	1	1	± 4,75

Соответствует требованиям п. 4.4. документа «Измерители комбинированные «ТАММ-20М». Программа испытаний в целях утверждения типа».

5. Определение абсолютной основной погрешности при измерении скорости воздушного потока. Данные приведены в таблице Г.3.

Таблица Г.3 – Погрешность скорости воздушного потока

Скорость возд. потока по эталону $V_{эт}$ , м/с	Измеренная скорость воздушного потока $V_{изм}$ , м/с				Абсолютная погрешность, м/с	Допускаемая погрешность, м/с
	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_{ср}$		
Зав. № 793						
0,13	0,07	0,06	0,05	0,06	-0,07	±0,11
6,10	6,2	6,2	6,3	6,23	0,13	±0,41
12,23	12,8	12,7	12,7	12,73	0,50	±0,71
18,21	18,6	18,7	18,8	18,70	0,49	±1,01
24,70	26,0	25,9	26,0	25,97	1,27	±1,34
Зав. № 795						
0,13	0,05	0,04	0,02	0,04	-0,09	±0,11
6,10	6,2	6,0	6,2	6,13	0,03	±0,41
12,23	12,3	12,2	12,3	12,27	0,04	±0,71
18,21	18,3	18,2	18,0	18,17	-0,04	±1,01
24,70	24,3	24,5	24,6	24,47	-0,23	±1,34
Зав. № 796						
0,13	0,06	0,05	0,07	0,06	-0,07	±0,11
6,10	6,4	6,4	6,3	6,37	0,27	±0,41
12,23	12,8	12,7	12,8	12,77	0,54	±0,71
18,21	18,7	18,4	18,7	18,60	0,39	±1,01
24,70	25,1	25,4	24,7	25,07	0,37	±1,34

Соответствует требованиям п. 4.5. документа «Измерители комбинированные «ТАММ-20М». Программа испытаний в целях утверждения типа».

б. Определение абсолютной основной погрешности при измерении температуры воздуха. Данные приведены в таблице Г.4.

Таблица Г.4 – Погрешность температуры воздуха

Температура эталона, $t_{эт}$ , °С	Измеренная температура, $t_{изм}$ , °С				Абсолютная погрешность, °С	Допускаемая погрешность, °С
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_{ср}$		
1	2	3	4	5	6	7
Зав. № 793						
19,95	20,0	19,98	20,0	20,00	0,05	±1,20
58,81	59,6	59,7	59,5	59,60	0,79	±1,59
99,61	100,0	99,9	101,0	100,0	0,39	±2,00
139,10	137,1	137,0	137,0	137,03	-2,07	±2,39
-19,81	-20,2	-20,2	-20,3	-20,23	0,42	±1,20
Зав. № 795						
19,95	20,0	20,1	20,0	20,03	0,08	±1,20
58,81	59,9	59,8	59,8	59,83	1,02	±1,59
99,61	101,0	100,9	100,8	100,9	1,29	±2,00
139,10	137,0	137,0	136,9	136,97	-2,13	±2,39
-19,81	-20,2	-20,4	-20,3	-20,30	0,49	±1,20



Окончание таблицы Г.4

1	2	3	4	5	6	7
19,95	19,5	19,9	19,8	19,73	-0,22	±1,20
58,81	59,5	59,3	59,4	59,40	0,59	±1,59
99,61	99,9	100	100	99,97	0,36	±2,00
139,10	138,1	138,0	137,8	137,97	-1,13	±2,39
-19,81	-20,7	-20,6	-20,5	-20,60	0,79	±1,20

Соответствует требованиям п. 4.6. документа «Измерители комбинированные «ТАММ-20М». Программа испытаний в целях утверждения типа».

7. Определение абсолютной основной погрешности при измерении относительной влажности воздуха. Данные приведены в таблице Г.5.

Таблица Г.5 – Погрешность влажности воздуха

Отн. влажность по эталону $H_{ЭТ}$ , %	Измеренная отн. влажность $H_{ИЗМ}$ , %	Абсолютная погрешность, %	Допускаемая погрешность, %
Зав. № 793			
14,89	16,00	1,11	±4
30,21	31,00	0,79	±4
50,30	53,00	2,70	±4
69,93	73,00	3,07	±4
85,24	89,00	3,76	±4
Зав. № 795			
14,89	16,00	1,11	±4
30,21	31,00	0,79	±4
50,30	52,00	1,70	±4
69,93	73,00	3,07	±4
85,24	89,00	3,76	±4
Зав. № 796			
14,89	16,00	1,11	±4
30,21	32,00	1,79	±4
50,30	53,00	2,70	±4
69,93	73,00	3,07	±4
85,24	88,00	2,76	±4

Соответствует требованиям п. 4.7. документа «Измерители комбинированные «ТАММ-20М». Программа испытаний в целях утверждения типа».

8. Определение абсолютной основной погрешности при измерении атмосферного давления. Данные приведены в таблице Г.6.

Таблица Г.6 – Погрешность атмосферного давления

Атм. давление по эталону $A_{эт}$ , гПа	Измеренное атм. давление $A_{изм}$ , гПа	Абсолютная погрешность, гПа	Допускаемая погрешность, гПа
Зав. № 793			
1100	1097	-3	±10
900	897	-3	±10
800	796	-4	±10
700	697	-3	±10
510	508	-2	±10
Зав. № 795			
1100	1096	-4	±10
900	896	-4	±10
800	796	-4	±10
700	696	-4	±10
510	508	-2	±10
Зав. № 796			
1100	1100	0	±10
900	900	0	±10
800	800	0	±10
700	699	-1	±10
510	511	1	±10

Соответствует требованиям п. 4.8. документа «Измерители комбинированные «ТАММ-20М». Программа испытаний в целях утверждения типа».

9. Испытания на воздействие повышенной (пониженной) температуры окружающего воздуха. Данные приведены в таблице Г.7.

Таблица Г.7 – Погрешность при повышенной (пониженной) температуре

При температуре окружающего воздуха $T_t = + 7,2 \text{ }^\circ\text{C}$						
Параметр	Показания эталона	Измеренные значения	$\Delta t$	$\Delta 0$	$\Delta d$ , на $10 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta d$ доп, на $10 \text{ }^\circ\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7
Зав. № 793						
Температура $T1, \text{ }^\circ\text{C}$	-19,9	-20,6	0,70	0,42	0,19	±0,6
$T2, \text{ }^\circ\text{C}$	139,2	138,0	1,20	2,07	0,57	±1,2
Влажность $H1, \%$	46,7	48,0	1,30	2,70	0,85	±2
$H2, \%$	81,3	84,0	2,70	3,76	0,69	±2
Атм. давление $P1, \text{ гПа}$	610	610	0,0	-2,0	1,31	±5
$P2, \text{ гПа}$	1100	1100	0,0	-3,0	1,96	±5

Продолжение таблицы Г.7

1	2	3			4	5	6	7
Скорость V1, м/с	0,5	0,50	0,49	0,49	0,01	0,08	0,05	±0,06
V2, м/с	24,9	26,4	27,0	26,5	1,73	1,27	0,30	±0,68
Раз. давл. P1, Па	2500	2542			42,0	6,0	23,5	±39,0
P2, Па	-1965	-2020			55,0	8,0	30,7	±31,0
Раз. давл. P1, гПа	250	253			3,0	1,0	1,3	±4,25
P2, гПа	-250	-255			2,0	1,0	0,7	±4,25
Зав. № 795								
Температура T1, °С	-19,9	-20,9			1,0	0,49	0,33	±0,6
T2, °С	139,2	138,0			1,2	2,13	0,61	±1,2
Влажность H1, %	46,7	49,0			2,3	1,6	0,5	±2
H2, %	81,3	84,0			2,7	3,7	0,6	±2
Атм. давлени- е P1, гПа	610	610			0	2,0	1,3	±5
P2, гПа	1100	1100			0	4,0	2,6	±5
Скорость V1, м/с	0,5	0,50	0,49	0,50	0	±0,06	0,04	±0,06
V2, м/с	24,9	25,0	25,5	24,9	0,2	±0,68	0,31	±0,68
Раз. давл. P1, Па	2500	2505			5,0	2,0	2,0	±39,0
P2, Па	-1965	-2001			36,0	3,0	21,6	±31,0
Раз. давл. P1, гПа	250	252			2,0	1,0	0,7	±4,25
P2, гПа	-250	-251			1,0	2,0	0,7	±4,25
Зав. № 796								
Температура T1, °С	-19,9	-20,7			0,8	0,79	0,01	±0,6
T2, °С	139,2	138,0			1,2	1,13	0,05	±1,2
Влажность H1, %	46,7	48,0			1,3	2,6	0,85	±2
H2, %	81,3	84,0			2,7	2,74	0,03	±2
Атм. давлени- е P1, гПа	610	610			0	1	0,65	±5
P2, гПа	1100	1100			0	0	0	±5
Скорость V1, м/с	0,5	0,49	0,52	0,49	0	±0,13	0,06	±0,06
V2, м/с	24,9	24,5	24,4	24,5	0,4	±1,35	0,02	±0,68
Раз. давл. P1, Па	2500	2513			13,0	6,0	4,6	±39,0
P2, Па	-1965	-2007			42,0	8,0	22,2	±31,0
Раз. давл. P1, гПа	250	252			2,0	1,0	0,7	±4,25

Продолжение таблицы Г.7

1	2	3			4	5	6	7
P2, гПа	-250	-253			3,0	1,0	1,3	±4,25
При температуре окружающего воздуха $T_t = + 40,3 \text{ }^\circ\text{C}$								
Зав. № 793								
Температура T1, °C	-19,9	-20,8			0,9	0,42	0,27	±0,6
T2, °C	139,2	138,0			1,2	2,07	0,48	±1,2
Влажность H1, %	46,7	49,0			2,3	2,70	0,22	±2
H2, %	81,3	85,0			3,7	3,76	0,03	±2
Атм. давлени- е P1, гПа	610	611			1,0	-2,0	0,6	±5
P2, гПа	1100	1099			1,0	-3,0	1,1	±5
Скорость V1, м/с	0,5	0,46	0,45	0,46	0,04	±0,13	0,02	±0,06
V2, м/с	24,9	24,3	25,2	24,2	0,23	±1,35	0,58	±0,68
Раз. давл. P1, Па	2500	2443			57	6,0	28,3	±39,0
P2, Па	-1965	-1948			17	8,0	5,0	±31,0
Раз. давл. P1, гПа	250	251			1,0	1,0	0	±4,25
P2, гПа	-250	-251			1,0	1,0	0	±4,25
Зав. № 795								
Температура T1, °C	-19,9	-20,8			0,9	0,49	0,23	±0,6
T2, °C	139,2	138,0			1,2	2,13	0,52	±1,2
Влажность H1, %	46,7	50,0			3,3	1,6	0,9	±2
H2, %	81,3	85,0			3,7	3,7	0	±2
Атм. давлени- е P1, гПа	610	611			1	2,0	0,6	±5
P2, гПа	1100	1100			0	4,0	2,2	±5
Скорость V1, м/с	0,5	0,46	0,48	0,47	0,03	±0,13	0,04	±0,06
V2, м/с	24,9	25,4	23,1	24,1	0,70	±1,35	0,26	±0,68
Раз. давл. P1, Па	2500	2475			25,0	2,0	12,2	±39,0
P2, Па	-1965	-1977			12,0	3,0	5,0	±31,0
Раз. давл. P1, гПа	250	254			4	1,0	1,7	±4,25
P2, гПа	-250	-251			1	2,0	0,6	±4,25
Зав. № 796								
Температура T1, °C	-19,9	-20,9			1,0	0,79	0,12	±0,6
T2, °C	139,2	138,0			1,2	1,13	0,04	±1,2
Влажность H1, %	46,7	50,0			3,3	2,6	0,39	±2

Окончание таблицы Г.7

1	2	3			4	5	6	7
H2, %	81,3	85,0			3,7	2,74	0,53	±2
Атм. давл. ние P1, гПа	610	609			1	1	0	±5
P2, гПа	1100	1100			0	0	0	±5
Скорость V1, м/с	0,5	0,45	0,43	0,43	0,06	0,09	0,02	±0,06
V2, м/с	24,9	24,0	23,0	23,0	1,56	0,37	0,66	±0,68
Раз. давл. P1, Па	2500	2480			20,0	6,0	7,8	±39,0
P2, Па	-1965	-1983			18,0	8,0	5,6	±31,0
Раз. давл. P1, гПа	250	251			1,0	1,0	0	±4,25
P2, гПа	-250	252			2,0	1,0	0,6	±4,25

Соответствует требованиям п. 4.9. документа «Измерители комбинированные «ТАММ-20М». Программа испытаний в целях утверждения типа».

10. Опробование методики поверки МП 4600/1-2018 «Измерители комбинированные «ТАММ-20М». Методика поверки».

Дата поверки: 21.05.2018 г.

Условия поверки:

температура воздуха, °С 22,5

атмосферное давление, кПа 99,4

относительная влажность воздуха, % 43,0.

Средства поверки:

1. Измеритель давления ИДЦ-2 зав. № 231, диапазон измерения (0 – 160) кПа,  $\gamma = \pm 0,05$  %, свидетельство о поверке № 897894, действительно до 15.06.2018 г.

2. Стенд аэродинамический АСД-300/30М зав. № 11, свидетельство о поверке № 2550/ 115983-2017, действительно до 23.11.2018 г.

3. Калибратор температуры КТ-1М, свидетельство о поверке № 979150, действительно до 27.02.2019 г.

4. Гигрометр Rotronic мод. «HygroLogNT» зав. № 60810160, свидетельство о поверке № 951548, действительно до 23.11.2018 г.

5. Барометр образцовый переносной БОП-1М-3 зав. № 0103735, свидетельство о поверке № 949818, действительно до 16.11.2018 г.

6. Прибор комбинированный Testo-622 0560 6220, зав. № 39511307/608, свидетельство о поверке № 979374, действительно до 19.02.2019.

7. Климатическая камера BINDER KMF 115, зав. № 10-18242, протокол периодической аттестации № ЕК00-1400, действителен до 09.05.2019 г.

8. Барокамера БКМ-0.07, зав. № 63, протокол периодической аттестации № 64, действителен до 01.04.2019 г.

Результаты поверки.

Внешний осмотр: соответствует.

Опробование: соответствует требованиям МП.

Идентификация программного обеспечения: соответствует требованиям МП.

Определение абсолютной основной погрешности при измерении разности давлений. Данные занесены в таблицу Г.8.

Таблица Г.8 – Погрешность при разности давлений (методика поверки)

Давление по эталону Рэт, Па/гПа	Измеренное давление Ризм, Па/гПа		Абсолютная погрешность Δ, Па/гПа		Допускаемая погрешность, Па/гПа
	ПХ	ОХ	ПХ	ОХ	
1	2	3	4	5	6
Зав. № 793					
в режиме «Па»					
-1990	-1996	-1997	6	7	± 62,7
-1000	-1006	-1005	6	5	± 33,0
0	0	-1	0	1	± 3,0
1250	1252	1251	2	1	± 40,5
2500	2506	2506	6	6	± 78,0
в режиме «гПа»					
-250	-251	-251	1	1	± 8,50
-125	-125	-125	0	0	± 4,75
0	0	0	0	0	± 3,00
125	124	124	1	1	± 4,75
250	251	251	1	1	± 8,50
Зав. № 795					
в режиме «Па»					
-1990	-1992	-1992	2	2	± 62,7
-1000	-1009	-1008	9	8	± 33,0

Окончание таблицы Г.8

1	2	3	4	5	6
0	0	-1	0	1	± 3,0
1250	1253	1254	3	4	± 40,5
2500	2498	2498	2	2	± 78,0
в режиме «гПа»					
-250	-249	-249	1	1	± 8,50
-125	-125	-125	0	0	± 4,75
0	0	0	0	0	± 3,00
125	124	124	1	1	± 4,75
250	249	248	1	2	± 8,50
Зав. № 796					
в режиме «Па»					
-1990	-1997	-1998	7	8	± 62,7
-1000	-1005	-1005	5	5	± 33,0
0	0	-1	0	1	± 3,0
1250	1252	1251	2	1	± 40,5
2500	2506	2506	6	6	± 78,0
в режиме «гПа»					
-250	-251	-251	1	1	± 8,50
-125	-125	-125	0	0	± 4,75
0	0	0	0	0	± 3,00
125	124	125	1	0	± 4,75
250	251	251	1	1	± 8,50

Определение абсолютной основной погрешности при измерении скорости воздушного потока. Данные занесены в таблицу Г.9.

Таблица Г.9 – Погрешность скорости воздушного потока (методика поверки)

Скорость возд. потока по эталону $V_{эт}$ , м/с	Измеренная скорость воздушного потока $V_{изм}$ , м/с				Абсолютная погрешность, м/с	Допускаемая погрешность, м/с
	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_{ср}$		
1	2	3	4	5	6	7
Зав. № 793						
0,13	0,07	0,06	0,05	0,06	-0,07	±0,11
6,10	6,2	6,2	6,3	6,23	0,13	±0,41
12,23	12,8	12,7	12,7	12,73	0,50	±0,71
18,21	18,6	18,7	18,8	18,70	0,49	±1,01
24,70	26,0	25,9	26,0	25,97	1,27	±1,34
Зав. № 795						
0,13	0,05	0,04	0,02	0,04	-0,09	±0,11
6,10	6,2	6,0	6,2	6,13	0,03	±0,41
12,23	12,3	12,2	12,3	12,27	0,04	±0,71
18,21	18,3	18,2	18,0	18,17	-0,04	±1,01
24,70	24,3	24,5	24,6	24,47	-0,23	±1,34
Зав. № 796						

Окончание таблицы Г.9

1	2	3	4	5	6	7
0,13	0,06	0,05	0,07	0,06	-0,07	±0,11
6,10	6,4	6,4	6,3	6,37	0,27	±0,41
12,23	12,8	12,7	12,8	12,77	0,54	±0,71
18,21	18,7	18,4	18,7	18,60	0,39	±1,01
24,70	25,1	25,4	24,7	25,07	0,37	±1,34

Определение абсолютной основной погрешности при измерении температуры воздуха. Данные занесены в таблицу Г.10.

Таблица Г.10 – Погрешность при температуре воздуха (методика поверки)

Температура эталона, $t_{эт}$ , °С	Измеренная температура, $t_{изм}$ , °С				Абсолютная погрешность, °С	Допускаемая погрешность, °С
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_{ср}$		
Зав. № 793						
19,95	20,0	19,98	20,0	20,00	0,05	±1,20
58,81	59,6	59,7	59,5	59,60	0,79	±1,59
99,61	100,0	99,9	101,0	100,0	0,39	±2,00
139,10	137,1	137,0	137,0	137,03	-2,07	±2,39
-19,81	-20,2	-20,2	-20,3	-20,23	0,42	±1,20
Зав. № 795						
19,95	20,0	20,1	20,0	20,03	0,08	±1,20
58,81	59,9	59,8	59,8	59,83	1,02	±1,59
99,61	101,0	100,9	100,8	100,9	1,29	±2,00
139,10	137,0	137,0	136,9	136,97	-2,13	±2,39
-19,81	-20,2	-20,4	-20,3	-20,30	0,49	±1,20
Зав. № 796						
19,95	19,5	19,9	19,8	19,73	-0,22	±1,20
58,81	59,5	59,3	59,4	59,40	0,59	±1,59
99,61	99,9	100	100	99,97	0,36	±2,00
139,10	138,1	138,0	137,8	137,97	-1,13	±2,39
-19,81	-20,7	-20,6	-20,5	-20,60	0,79	±1,20

Определение абсолютной основной погрешности при измерении относительной влажности воздуха. Данные занесены в таблицу Г.11.

Таблица Г.11 – Погрешность при влажности воздуха (методика поверки)

Отн. влажность по эталону $H_{эт}$ , %	Измеренная отн. влажность $H_{изм}$ , %	Абсолютная погрешность, %	Допускаемая погрешность, %
1	2	3	4
Зав. № 793			



14,89	16,00	1,11	±4
-------	-------	------	----

Окончание таблицы Г.11

1	2	3	4
30,21	31,00	0,79	±4
50,30	53,00	2,70	±4
69,93	73,00	3,07	±4
85,24	89,00	3,76	±4
Зав. № 795			
14,89	16,00	1,11	±4
30,21	31,00	0,79	±4
50,30	52,00	1,70	±4
69,93	73,00	3,07	±4
85,24	89,00	3,76	±4
Зав. № 796			
14,89	16,00	1,11	±4
30,21	32,00	1,79	±4
50,30	53,00	2,70	±4
69,93	73,00	3,07	±4
85,24	88,00	2,76	±4

Определение абсолютной основной погрешности при измерении атмосферного давления. Данные занесены в таблицу Г.12.

Таблица Г.12 – Погрешность при атмосферном давлении (методика поверки)

Атм. давление по эталону $A_{эт}$ , гПа	Измеренное атм. давление $A_{изм}$ , гПа	Абсолютная погрешность, гПа	Допускаемая погрешность, гПа
Зав. № 793			
1100	1097	-3	±10
900	897	-3	±10
800	796	-4	±10
700	697	-3	±10
510	508	-2	±10
Зав. № 795			
1100	1096	-4	±10
900	896	-4	±10
800	796	-4	±10
700	696	-4	±10
510	508	-2	±10
Зав. № 796			
1100	1100	0	±10
900	900	0	±10
800	800	0	±10
700	699	-1	±10
510	511	1	±10

Вывод: использование при поверке документа МП 4600/1-2018 «Измерители комбинированные «ТАММ-20М». Методика поверки» возможно.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Презентация теоретического занятия

# ИЗМЕРИТЕЛЬ КОМБИНИРОВАННЫЙ «ТАММ-20М»

## Внешний вид прибора «ТАММ-20М»



## Назначение «ТАММ-20М»

Предназначен для измерения разности давления неагрессивных, негорючих газов, измерения скорости и температуры воздушных и газовых потоков, относительной влажности воздуха и величины атмосферного давления. Прибор может использоваться для контроля параметров приточно-вытяжной вентиляции, расхода вредных выбросов производств, параметров микроклимата в помещениях, аэродинамических исследований.

## Принципы действия составляющих «ТАММ-20М»

Принцип действия микроманометра и барометра основан на измерении электрическими методами перемещения заземленной по контуру упругой мембраны, возникающего под действием разности давлений.

Принцип действия термоанемометра основан на измерении величины температурного разбаланса чувствительного элемента датчика (термопары), возникающего при движении окружающего воздуха.

Принцип действия термометра основан на измерении величины термо-ЭДС чувствительного элемента датчика (термопары).

Принцип действия гигрометра основан на измерении изменения величины электрической емкости при воздействии влаги на ее диэлектрик.

## Метрологические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон измерений разности давлений воздуха (P), Па: - в режиме «Па» - в режиме «гПа»	от -1990 до 2500 от -250 до 250
Диапазон измерений скорости воздушного потока (V), м/с	от 0,1 до 25,0
Диапазон измерений температуры (t) воздуха, °С	от -20 до +140
Диапазон измерений относительной влажности воздуха, %	от 10 до 90
Диапазон измерений атмосферного давления, гПа	от 500 до 1150

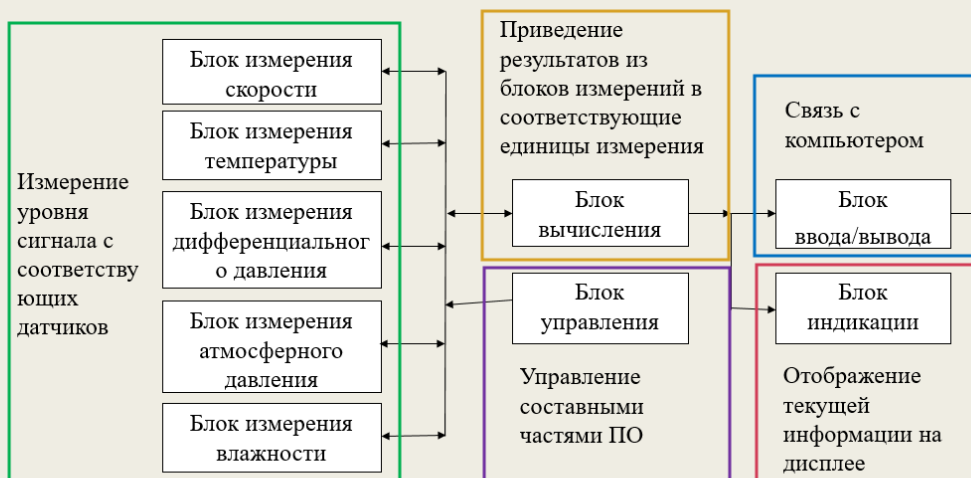
## Нормальные условия работы «ТАММ-20М»

Температура окружающего среды, °С. от 20±5

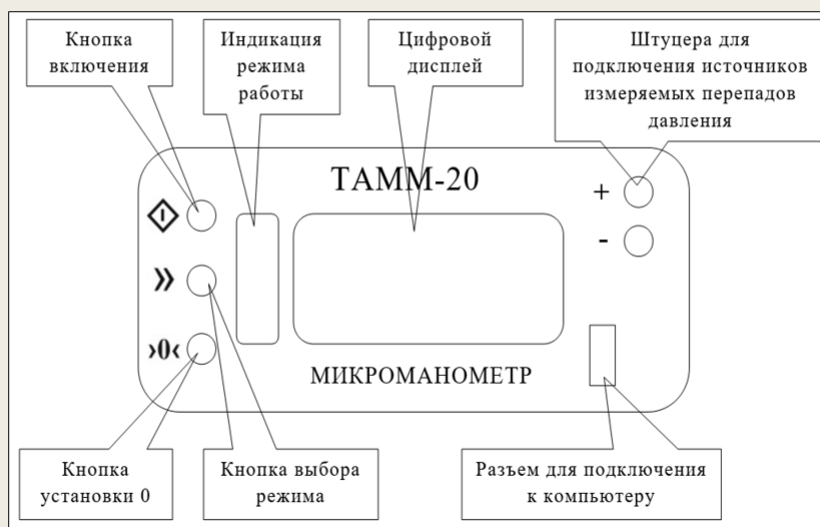
Относительная влажность воздуха, %. от 20 до 80

Атмосферное давление, кПа. от 84 до 106,7

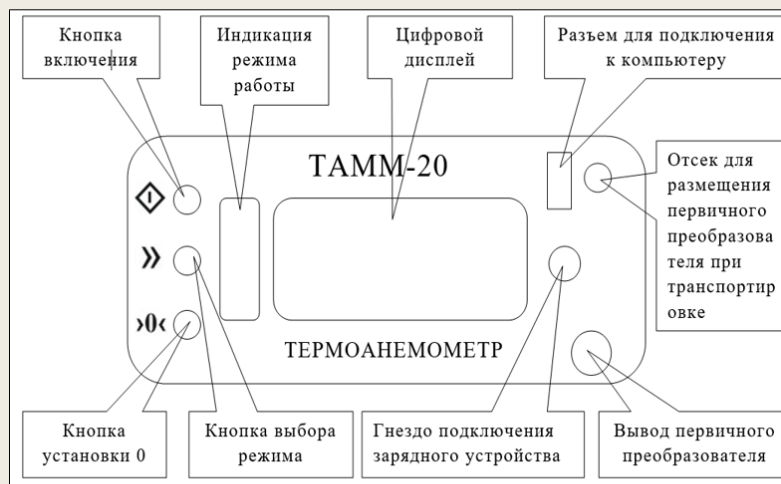
## Структура программного обеспечения «ТАММ-20М»



## Дисплей микроманометра



## Дисплей термоанеометра



## Порядок работы в режиме микроанометра

1. Включите прибор, нажав кнопку « $\diamond$ » на лицевой панели микроанометра. На индикаторе в течение 3 секунд будет высвечиваться величина напряжения и прозвучит характерный звук, после чего микроанометр переходит в рабочий режим.
2. Нажимая кнопку выбора режима « $\gg$ » выберите режим микроанометра – «гПа» или «Па». Для установки исходных нулевых значение на цифровом дисплее нажмите кнопку установки нуля « $\circ$ ».
3. Подсоедините с помощью шлангов источники давления к штуцерам.

## Порядок работы в режиме микробарометра

1. Выдержать измеритель в течение часа в тех температурных условиях, при которых будет производиться измерение.
2. Включите прибор, нажав кнопку « $\diamond$ » на лицевой панели микроманометра, и выдерживайте его во включенном состоянии не менее 10 минут.
3. Нажимая кнопку выбора режима « $\triangleright$ » выберите режим микроманометра – «АТМ».
4. Нажмите кнопку установки нуля « $\circ$ », на цифровом дисплее должно установиться нулевое.
5. Поместите прибор в исходную точку и снова нажмите кнопку установки нуля « $\circ$ ».
6. Не меняя пространственной ориентации прибора, быстро переместите его в следующую точку и произведите отсчет.

## Порядок работы в режиме термоанеометра

1. Включите прибор, нажав кнопку « $\diamond$ » на лицевой панели микроманометра. На индикаторе в течение 3 секунд будет высвечиваться величина напряжения и прозвучит характерный звук, после чего микроманометр переходит в рабочий режим.
2. Нажимая кнопку выбора режима « $\triangleright$ » выберите режим термоанеометра – «м/с». Для точной установки нуля нажмите кнопку установки нуля « $\circ$ ».
3. Извлеките первичный преобразователь из отсека, установите необходимую длину штанги и поместите его в исследуемый поток так, чтобы его ось и плоскость круглого отверстия были перпендикулярны направлению потока, а само отверстие раскрыто навстречу потоку.



## **Порядок работы в режиме термометра**

1. Включите прибор, нажав кнопку « $\diamond$ » на лицевой панели термоанемометра.
2. Нажимая кнопку выбора режима « $\rangle$ » выберите режим термометра – « $^{\circ}\text{C}$ ».
3. Извлеките первичный преобразователь из отсека, установите длину штанги и поместите его в то место, где необходимо измерить температуру воздуха.

## **Порядок работы в режиме измерения влажности**

1. Включите прибор, нажав кнопку « $\diamond$ » на лицевой панели термоанемометра.
2. Нажимая кнопку выбора режима « $\rangle$ » выберите режим измерения влажности – « $\%$ ».
3. Если датчик влажности размещен на корпусе прибора, то дождитесь установившихся показаний и произведите отсчет.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

### **Акт о внедрении**