



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭиАС

В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МЕТРОЛОГИЯ И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ***

Направление подготовки (специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы

Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт/ факультет    Институт энергетики и автоматизированных систем

Кафедра                    Автоматизированных систем управления

Курс                        2

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления  
07.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Теплотехнических и энергетических систем

 Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АСУ,  Е.Ю. Мухина

Рецензент:

Начальник отдела промышленности и киберфизических систем и решений

ЗАО «КонсОМ СКС»

 Е.А. Хренов



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Метрология и теплотехнические измерения» являются: формирование знаний и умений, необходимых для определения способов измерения физических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники, а также приобретения навыков проведения измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Метрология и теплотехнические измерения входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Электроэнергетические системы и сети

Физика

Математика

Введение в направление

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Метрология и теплотехнические измерения» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-6          | Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники |
| ОПК-6..1       | Определяет способы измерения физических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники                      |
| ОПК-6..2       | Осуществляет измерения физических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники                            |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 54,15 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,15 акад. часов;
- самостоятельная работа – 18,15 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

| Раздел/ тема дисциплины                                                                                 | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы                                                      | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|-----------|-------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------|
|                                                                                                         |         | Лек.                                         | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |                                                                                 |                                                                 |                    |
| 1. Раздел 1. Основы метрологии                                                                          |         |                                              |           |             |                                 |                                                                                 |                                                                 |                    |
| 1.1 Основные понятия. Правовые основы. Метрологическое обеспечение. Единство измерений. Метрологические | 4       | 2                                            | 6         |             | 2                               | Самостоятельное изучение учебной литературы, конспекта лекции                   | Устный опрос<br>Проверка инд. заданий                           | ОПК-6..1, ОПК-6..2 |
| 1.2 Измеряемые величины. Виды, методы измерений. Основные положения теории погрешностей.                |         | 2                                            | 4         |             | 2                               | Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям | Устный опрос<br>Проверка инд. заданий<br>Контрольная работа     | ОПК-6..1, ОПК-6..2 |
| 1.3 Средства измерения. Структурные схемы СИ. Выбор СИ.                                                 |         | 2                                            | 4         |             | 2                               | Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям | Устный опрос<br>Проверка инд. заданий                           | ОПК-6..1, ОПК-6..2 |
| Итого по разделу                                                                                        |         | 6                                            | 14        |             | 6                               |                                                                                 |                                                                 |                    |
| 2. Раздел 2. Измерение физических величин                                                               |         |                                              |           |             |                                 |                                                                                 |                                                                 |                    |
| 2.1 Измерение электрических величин                                                                     | 4       | 1                                            | 2         |             | 2                               | Самостоятельное изучение учебной литературы                                     | Устный опрос                                                    | ОПК-6..1, ОПК-6..2 |
| 2.2 Измерение магнитных величин                                                                         |         | 1                                            | 2         |             | 2                               | Самостоятельное изучение учебной литературы                                     | Устный опрос                                                    | ОПК-6..1, ОПК-6..2 |

|                                                                                             |   |    |    |  |       |                                                                                               |                                                          |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|--|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|
| 2.3 Измерение<br>неэлектрических величин                                                    |   | 4  | 12 |  | 1     | Самостоятельное<br>изучение учебной<br>литературы;<br>подготовка к<br>лабораторным<br>работам | Устный опрос<br>Лабораторные<br>работы<br>Тестирование   | ОПК-6..1,<br>ОПК-6..2 |
| 2.4 Измерительные<br>информационные<br>системы                                              |   | 1  | 4  |  | 1,15  | Самостоятельное<br>изучение учебной<br>литературы                                             | Устный опрос                                             | ОПК-6..1,<br>ОПК-6..2 |
| Итого по разделу                                                                            |   | 7  | 20 |  | 6,15  |                                                                                               |                                                          |                       |
| 3. Раздел 3. Основы<br>стандартизации                                                       |   |    |    |  |       |                                                                                               |                                                          |                       |
| 3.1 Основные понятия.<br>Цели стандартизации.<br>История развития                           | 4 | 1  |    |  | 2     | Самостоятельное<br>изучение учебной<br>литературы                                             | Устный опрос                                             | ОПК-6..1,<br>ОПК-6..2 |
| 3.2 Задачи, органы и<br>службы стандартизации.<br>Виды стандартов.<br>Нормативные документы |   | 2  |    |  | 2     | Самостоятельное<br>изучение учебной<br>литературы                                             | Устный опрос<br>Проверка инд.<br>заданий<br>Тестирование | ОПК-6..1,<br>ОПК-6..2 |
| 3.3 Методические<br>основы стандартизации.<br>Принципы и методы                             |   | 1  |    |  | 2     | Самостоятельное<br>изучение учебной<br>литературы                                             | Устный опрос                                             | ОПК-6..1,<br>ОПК-6..2 |
| Итого по разделу                                                                            |   | 4  |    |  | 6     |                                                                                               |                                                          |                       |
| Итого за семестр                                                                            |   | 17 | 34 |  | 18,15 |                                                                                               | экзамен                                                  |                       |
| Итого по дисциплине                                                                         |   | 17 | 34 |  | 18,15 |                                                                                               | экзамен                                                  |                       |

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Метрология и теплотехнические измерения» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучения, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;
- использование электронных учебников по отдельным темам занятий;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, контрольная работа, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ и т.д.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Грибанов, Д. Д. Основы метрологии, сертификации и стандартизации : учеб. пособие / Д.Д. Грибанов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 127 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009677-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=330611> (дата обращения: 04.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Эрастов, В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / В.Е. Эрастов. - Москва : Форум, 2017. - 208 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-91134-193-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/636241> (дата обращения: 04.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Самарина, И. Г. Основы метрологии, стандартизации и сертификации : учебное пособие / И. Г. Самарина, Т. Г. Суханосова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1678>. - Текст : электронный.

2. Метрология. Теория измерений: учебник для академического бакалавриата / под общ. редакцией Т.И. Мурашкиной. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2019. - 167с. - ISBN 978-5-534-07295-2. - Текст : электронный. - URL: <https://urait.ru/viewer/metrologiya-teoriya-izmereniy-434719#page/1> (дата обращения: 04.04.2024).

3. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. — Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?pid=988250> (дата обращения: 04.04.2024). – Режим доступа: по подписке

4. Метрология, стандартизация, сертификация: учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев, Д.С. Фатюхин. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-013964-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1190667> (дата обращения: 04.04.2024). – Режим доступа: по подписке

5. Раннев, Г. Г. Интеллектуальные средства измерений : учебник / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 280 с. - ISBN 978-5-906818-66-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1054205> (дата обращения: 04.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### **в) Методические указания:**

1. Самарина И. Г. Метрология и и средства измерений : практикум [для вузов] / И. Г. Самарина, А. Р. Бондарева, Е. Ю. Мухина ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3272>. - Текст : электронный.

2. . Мухина, Е. Ю. Автоматизация технологических процессов : практикум / Е. Ю. Мухина, А. Р. Бондарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 110 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2057>. - Текст : непосредственный.

3. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных заданий. Приложение 3

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

| Наименование ПО             | № договора                   | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| 7Zip                        | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

|             |                           |           |
|-------------|---------------------------|-----------|
| FAR Manager | свободно распространяемое | бессрочно |
|-------------|---------------------------|-----------|

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса                                                                                     | Ссылка                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals                                       | <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>                                   |
| Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент                             | <a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>                                       |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                                | <a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>         |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги                                                    | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a> |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>                                        |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)                                                 | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                            |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)   | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>        |
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»                  | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                                 |

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (ауд.448,437).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд.448).

Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций: доска, мультимедийный проектор, экран (ауд.448).

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебно-методической документации (ауд.447а).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: компьютерный класс: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд.448).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория метрологии и технологических измерений: лабораторные установки для выполнения лабораторных работ (ауд.452):

- лабораторный стенд «Измерение расхода газа»;
- лабораторный стенд «Поверка термопар»;
- лабораторный стенд «Поверка прибора Диск-250, логометра Ш-4540/1 и прибора А-566»;
- лабораторный стенд «Испытание и поверка КСП-3, вольтметра Ш-4540, прибора Диск-250»;
- лабораторный стенд «Измерение уровня жидкостей»;
- лабораторный стенд «Измерение уровня сыпучих материалов»;
- лабораторный стенд «Преобразователи давления Метран»;
- лабораторный стенд «Статические и динамические характеристики объекта управления»

Электронные плакаты по курсу "Основы метрологии и технические измерения" (136), ключ на 2 ПК.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Метрология и теплотехнические измерения» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение контрольных задач.

Лабораторные работы направлены на получение практических навыков по теме «Измерение физических величин».

| Перечень лабораторных работ                                                                         | Вопросы к защите                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Поверка термопар                                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На каких явлениях основано действие термоэлектрических термометров?</li> <li>2. Почему при подсоединении термопары к измерительному прибору, пользуются компенсационными проводами?</li> <li>3. Как вводится поправка на температуру свободных концов термопары в автоматических и переносных потенциометрах, милливольтметрах?</li> <li>4. Для каких термопар невозможно применение компенсационных проводов для введения поправки?</li> <li>5. Пределы измерений стандартных термоэлектрических термометров?</li> <li>6. При измерении температуры в печи с помощью хромель-алюмелевой термопары (тип К) вольтметр показал 7,418 мВ. Температура холодного спая была стабилизирована на уровне 30°C. Пользуясь градуировочной таблицей для данной термопары, определить температуру <math>T_x</math> в печи</li> </ol> |
| Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термоэлектрическим преобразователем | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы особенности методики проведения вторичного прибора Диск-250М?</li> <li>2. Что такое основная и дополнительная погрешность прибора?</li> <li>3. Какие погрешности необходимо рассчитать для того, чтобы сделать вывод о результатах поверки?</li> <li>4. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора?</li> <li>5. Какие существуют виды поверок?</li> <li>6. Перечислить метрологические характеристики средств измерений.</li> <li>7. Что относится к неметрологическим характеристикам СИ?</li> <li>8. Отчет по шкале прибора с пределами измерений 0 – 10 А и равномерной шкалой составил 2,5 А. Оценить пределы допустимой абсолютной погрешности этого отсчета при использовании различных СИ с КТ: 0,02/0,01; <math>\textcircled{0,5}</math> и 0,5</li> </ol>             |
| Термометры сопротивления                                                                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какой принцип действия у термометров сопротивления?</li> <li>2. От чего зависит электрическое сопротивление проводника?</li> <li>3. Влияет ли на электрическое сопротивление проводника электрический ток, проходящий по проводнику?</li> <li>4. Что является термометрическим параметром в термометре сопротивления?</li> <li>5. Почему термопреобразователи изготавливают, как правило, из металлов, а не из сплавов?</li> <li>6. Какие преимущества у медного и у платинового термопреобразователей сопротивления?</li> <li>7. Какое значение при измерении температуры имеет показатель тепловой инерции?</li> <li>8. Каким параметром характеризуется чистота материала, идущего на изготовление термометра сопротивления?</li> </ol>                                                                               |

| Перечень лабораторных работ                                                                | Вопросы к защите                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                            | 9. Что такое трёхпроводная схема включения термопреобразователя сопротивления?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термометрами сопротивления | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие существуют методы измерения температуры?</li> <li>2. На чём основано действие термометров сопротивления?</li> <li>3. Какие материалы используют для изготовления термометров сопротивления?</li> <li>4. Какие приборы применяют в комплекте с термометрами сопротивления?</li> <li>5. Схемы подключения термометров сопротивления ко вторичному прибору</li> <li>6. Достоинства и недостатки неуравновешенных мостов.</li> <li>7. Как работает уравновешенный мост?</li> <li>8. В чём заключается условие равновесия мостов?</li> <li>9. Принцип действия работы логометрических схем</li> <li>10. Какие виды погрешностей вы знаете?</li> <li>11. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Пирометры                                                                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какая температура называется яркостной температурой?</li> <li>2. Как определить действительную температуру тела, зная яркостную температуру?</li> <li>3. Устройство пирометров частичного излучения</li> <li>4. Что такое цветовая температура?</li> <li>5. Как смещается максимум кривой распределения спектральной энергетической яркости с увеличением температуры абсолютно чёрного тела?</li> <li>6. Почему цветовая температура наиболее близка к действительной температуре?</li> <li>7. Устройство пирометров спектрального отношения</li> <li>8. Оцените систематическую погрешность измерения температуры радиационным методом. Радиационная температура <math>t_p = 1527^\circ\text{C}</math>, коэффициент теплового излучения <math>\epsilon_t = 0,38</math>.</li> <li>9. Пирометр полного излучения (радиационный) имеет показатель визирования <math>p = 1/7</math>, диаметр калильной трубки, на которую визируется пирометр, 30 мм.</li> <li>10. Можно ли пирометром полного излучения измерить температуру слитка в нагревательном колодце, если сторона слитка имеет размеры 1800x400 мм, расстояние от слитка до пирометра 1400 мм, показатель визирования <math>p = 1/7</math>?</li> <li>11. Каким образом в пирометрическом преобразователе ППТ-142 исключается влияние температуры корпуса телескопа?</li> <li>12. Какие существуют способы исключения влияния температуры корпуса телескопа на результат измерения?</li> </ol> |

### Примеры задач по теме «Выбор средств измерений»

**Пример 1.** Определить верхний предел измерения и основную приведенную погрешность датчика для измерения тяги газотурбинного двигателя (ГТД)  $P = (1,6 \pm 0,1)$  кН.

**Решение:** Наибольшая и наименьшая предельные тяги  $P_{\max} = 1,6 + 0,1 = 1,7$  кН;  $P_{\min} = 1,6 - 0,1 = 1,5$  кН; допуск  $T = 1,7 - 1,5 = 0,2$  кН; основная допустимая абсолютная погрешность датчика (допуск на измерение)  $\Delta = 0,33 \cdot T = 0,33 \cdot 0,2 = 0,066$  кН; нижний предел рабочей части шкалы  $H < 1,5 - 0,066 = 1,434$  кН; верхний предел рабочей части шкалы  $B > 1,7 + 0,066 = 1,766$  кН. Выбираем датчик усилий с верхним пределом измерения  $B = 2$  кН. Нормирующее значение для определения основной приведенной погрешности датчика  $X_N = 2,0$  кН. Определяем предел допускаемой основной приведенной погрешности датчика  $\gamma = 0,066/2 \cdot 100 = \pm 3,3\%$ . Ближайшим меньшим значением этой погрешности по отношению к найденному является  $\gamma = 2\%$ .

**Пример 2.** Определить пределы измерения и класс точности вольтметра для измерения напряжения питания бортовой сети самолета  $V = 27 \pm 2,7$  В.

**Решение:** Наибольшее предельное напряжение  $V_{\max} = 27 + 2,7 = 29,7$  В; наименьшее  $V_{\min} = 27 - 2,7 = 24,3$  В; допуск  $T = 29,7 - 24,3 = 5,4$  В; основная допустимая абсолютная погрешность вольтметра (допуск на измерение)  $\Delta = 0,33T = 0,33 \cdot 5,4 = 1,78$  В; нижний предел рабочей части шкалы  $H < 24,3 - 1,78 = 22,52$  В; верхний предел  $B > 29,7 + 1,78 = 31,48$  В. В соответствии с данными по H и B выбираем вольтметр с верхним пределом измерений 40 В. Основная приведенная погрешность этого прибора  $\gamma = 1,78/40 \cdot 100 = 4,45\%$ . Найденному значению  $\gamma$  соответствует класс точности 5.

**Пример 3.** Определить основную приведенную погрешность и пределы измерения виброакселерометра для измерения виброускорения  $a = 50 \pm 2$  м/с<sup>2</sup>.

**Решение:** Наибольшее предельное значение виброускорения  $a_{\max} = 50 + 2 = 52$  м/с<sup>2</sup>; наименьшее его значение  $a_{\min} = 50 - 2 = 48$  м/с<sup>2</sup>; допуск  $T = 52 - 48 = 4$  м/с<sup>2</sup>; основная допустимая абсолютная погрешность виброакселерометра (допуск на измерение)  $\Delta = 0,33T = 0,33 \cdot 4 = 1,32$  м/с<sup>2</sup>; нижний предел рабочей части шкалы  $H < 48 - 1,32 = 46,68$  м/с<sup>2</sup>; верхний  $B > 52 + 1,32 = 53,32$  м/с<sup>2</sup>. В соответствии с данными по H и B выбираем виброакселерометр с верхним пределом измерения 100 м/с<sup>2</sup>. Можно 60 м/с<sup>2</sup>

Основная приведенная погрешность этого прибора  $\gamma = 1,32 \cdot 100/100 = 1,32\%$

#### Примеры задач по теме «Основные положения теории погрешностей»

**Пример 1.** Манометр с диапазоном измерений от 0 до 6,3 МПа поверяли с помощью эталонного СИ в четырех поверяемых точках:

|                                     |     |      |      |      |
|-------------------------------------|-----|------|------|------|
| Поверяемая точка, МПа:              | 0   | 2    | 4    | 6    |
| Значение эталонного манометра, МПа: | 0,1 | 2,07 | 3,99 | 6,05 |

Необходимо рассчитать абсолютную, относительную и приведенную погрешности для каждой поверяемой точки термометра и определить его класс точности.

**Решение.** Погрешность измерения (абсолютная погрешность)  $\Delta$  определяется по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{д}}, \quad (1)$$

где  $X_{\text{изм}}$  – измеренное значение величины X;  $X_{\text{д}}$  – действительное значение измеряемой величины X.

Относительная погрешность измерения  $\delta$  рассчитывается по формуле (2), приведенная погрешность  $\gamma$  рассчитывается по формуле (3), обе они выражены в процентах:

$$\delta = \frac{|\Delta|}{X_{\text{д}}} \cdot 100 [\%], \quad (2)$$

$$\gamma = \frac{|\Delta|}{X_{\text{н}}} \cdot 100 [\%], \quad (3)$$

где  $X_{\text{н}}$  – нормирующее значение СИ, как правило, это диапазон показаний СИ или его верхний предел измерений.

Таблица - Результаты расчетов

| Поверяемая точка, МПа | Значение эталонного термометра, МПа | Абсолютная погрешность $\Delta$ , МПа | Относительная погрешность измерения $\delta$ , % | Приведенная погрешность измерения $\gamma$ , % |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 0                     | 0,1                                 | -0,1                                  | —                                                | 1,6                                            |
| 2                     | 2,07                                | -0,07                                 | 3,5                                              | 1,1                                            |
| 4                     | 3,99                                | 0,01                                  | 0,2                                              | 0,2                                            |

|   |      |       |     |     |
|---|------|-------|-----|-----|
| 6 | 6,05 | -0,05 | 0,8 | 0,8 |
|---|------|-------|-----|-----|

Класс точности СИ выбираем из ряда  $1 \cdot 10^n$ ,  $1,5 \cdot 10^n$ ,  $2 \cdot 10^n$ ,  $2,5 \cdot 10^n$ ,  $4 \cdot 10^n$ ,  $5 \cdot 10^n$ ,  $6 \cdot 10^n$ , где  $n = 1, 0, -1, -2$  и т.д. Значения  $1,6 \cdot 10^n$  и  $3 \cdot 10^n$  не устанавливаются для вновь разрабатываемых СИ.

У пригодного СИ максимальная приведенная погрешность должна быть меньше к.т. Так как максимальная приведенная погрешность манометра  $1,6\% < 2$ , то к.т. = 2.

**Ответ:** к.т. манометра 2.

**Пример 2.** Класс точности расходомера 0,2, диапазон показаний от 0 до  $800 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Определить допустимую погрешность СИ в единицах измерения.

**Решение.** Класс точности – это обобщенная метрологическая характеристика СИ, определяемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, а также другими свойствами СИ, влияющими на их точность, значения которых устанавливаются в стандартах на отдельные виды СИ. Как правило, класс точности нормируется по приведенной погрешности к.т.  $> \gamma$ , поэтому выразим из формулы (3) абсолютную погрешность измерения  $\Delta$ :

$$\Delta = \frac{\gamma \cdot X_H}{100} = \frac{0,2 \cdot 800}{100} = 1,6 \left[ \text{м}^3 / \text{ч} \right]$$

**Ответ:** допустимая погрешность расходомера  $\Delta_{\text{доп}} < 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

**Пример 3.** Измерение давления производилось манометром с пределами измерения 0 – 6,3 МПа и токовым выходным сигналом 0 – 5 мА, к.т. 0,5. Характеристика преобразователя давления линейная. При измерении давления выходной сигнал составил 3,72 мА. Необходимо определить величину измеряемого давления и чувствительность средства измерения.

**Решение.** Построим линейную градуировочную (статическую) характеристику преобразователя давления по двум точкам. Первая точка характеристики: при давлении 0 МПа – выходной сигнал манометра 0 мА; вторая точка характеристики: при давлении 6,3 МПа – выходной сигнал манометра 5 мА, рис. 1.

Чувствительность датчика (коэффициент преобразования)  $S$  показывает на сколько единиц изменится выходной сигнал, если входной сигнал датчика, т.е. ИФВ, изменится на единицу.

$$S = \frac{\Delta Y}{\Delta X}. \quad (4)$$

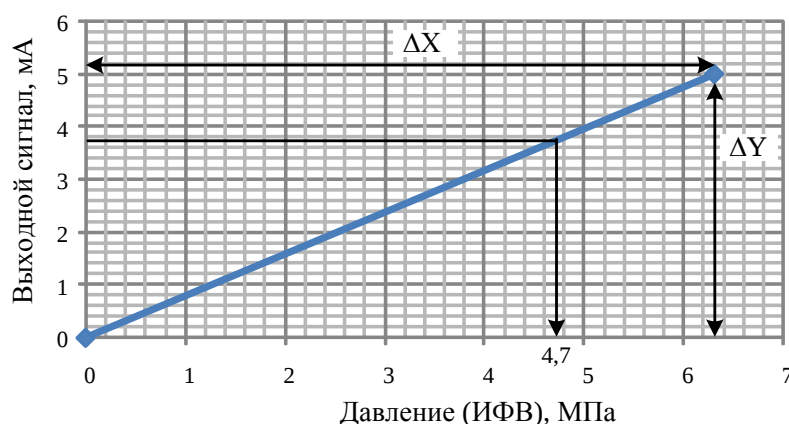


Рис. 1. Градуировочная характеристика датчика

Подставив исходные данные в формулу (4) получим:

$$S = \frac{5 - 0}{6,3 - 0} = 0,794 \approx 0,79 \left[ \frac{\text{мА}}{\text{МПа}} \right].$$

Для линейной статической характеристики чувствительность  $S$  постоянна на всем диапазоне ИФВ. Уравнение линейной характеристики датчика в общем виде:

$$Y(X) = Y(0) + S \cdot X, \quad (5)$$

где  $X$  – входной измеряемый сигнал датчика, давление, МПа;  $Y$  – выходной сигнал датчика, сигнал постоянного тока, мА;  $Y(0)$  – значение выходного сигнала при  $X = 0$ .

По формуле (5) и рис. 1 определим уравнение характеристики датчика:  $Y(X) = 0 + 0,79X$ . Подставим известное значение выходного сигнала  $Y = 3,72$  мА в полученное уравнение и определим  $X$ :

$$3,72 = 0 + 0,79X; \quad X = \frac{Y(X) - 0}{0,794} = \frac{3,72}{0,79} = 4,7 \text{ МПа}.$$

Значение ИФВ можно определить менее точно по графику градуировочной характеристики датчика, см. рис. 1.

**Ответ:** измеряемое давление равно 4,7 МПа; чувствительность преобразователя  $S = 0,79$  мА/МПа.

### Пример варианта контрольной работы №1

1. Оцените относительную погрешность простых бытовых часов с суточным ходом в 20 с (суточный ход – поправка к показаниям часов за 1 сутки).
2. При измерении температуры термометр показал  $20^\circ\text{C}$ , СКП  $0,3^\circ\text{C}$ . Систематическая погрешность  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . Указать доверительные границы истинного значения температуры с  $P_{\text{дов}} = 0,9973$ .
3. Измерение силы тока дало следующие результаты: 10,07; 10,08; 10,10; 10,12; 10,13; 10,15; 10,16; 10,17; 10,2; 10,4 А. Необходимо проверить, не является ли промахом значение 10,4 А.
4. Энергия определяется уравнением  $E = m \cdot c^2$ , где  $m$  – масса,  $c$  – скорость света. Определить размерность энергии в системе LMT.

### Пример варианта контрольной работы №2

1. Введите поправку в показания термопары и определите температуру рабочего конца, если термо-ЭДС термометра  $S$  равна 3,75 мВ, а температура свободных концов  $32^\circ\text{C}$ .
2. Одинаковы ли значения коэффициентов преобразования у медных термометров сопротивления градуировки 50М и 100М в интервале  $0 - 150^\circ\text{C}$ ?
3. Температура измеряется пирометром частичного излучения. Вторичный прибор показывает температуру  $1100^\circ\text{C}$ . Определить действительную температуру и систематическую погрешность ( $T_{\text{а.ч.т.}} - T_{\text{д}}$ ), если коэффициент теплового излучения 0,75 и длина волны 0,65 мкм.
4. Что означает аббревиатура ПП, ХК?
5. Есть возможность измерить температуру термопарой и пирометром. Чему отдадите предпочтение и почему?

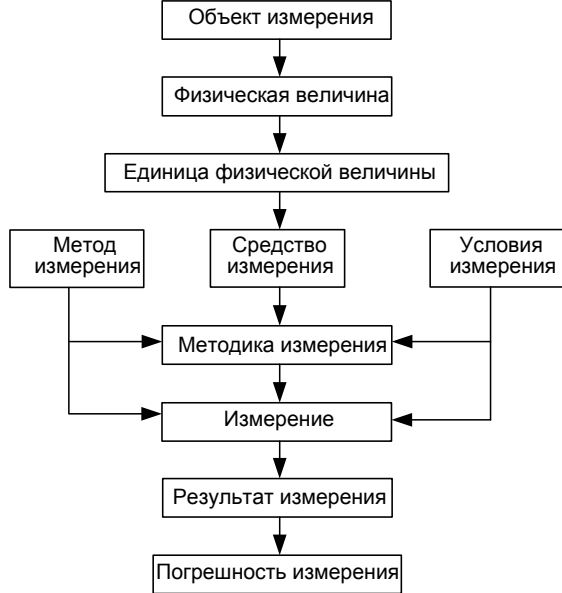
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Код индикатора                                                                                                               | Индикатор достижения компетенции                                                           | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники</b> |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ОПК-6.1                                                                                                                      | Определяет способы измерения физических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники | <p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Метрология. Основные понятия и определения</li><li>2. Государственная система приборов (ГСП)</li><li>3. Единство измерений</li><li>4. Измеряемые величины. Виды измерений</li><li>5. Методы измерений. Методика выполнения измерений</li><li>6. Основные положения теории погрешностей. Классификация погрешностей</li><li>7. Вероятностные оценки погрешностей измерения</li><li>8. Средства измерения, виды. Сигналя измерительной информации</li><li>9. Метрологические характеристики. Неметрологические характеристики</li><li>10. Структурные схемы и свойства средств измерения</li><li>11. Обработка результатов измерения</li><li>12. Измерение магнитных величин. Параметры, характеристик, схемы измерения</li><li>13. Измерение неэлектрических величин. Классификация</li><li>14. Измерение температуры термометрами сопротивления (пределы измерения, градуировки). Требования, предъявляемые к материалу</li><li>15. Преобразователи неэлектрических величин. Металлические термометры сопротивления</li><li>16. Преобразователи неэлектрических величин. Полупроводниковые термометры сопротивления</li><li>17. Преобразователи неэлектрических величин. Эффекты Томсона, Зеебека и Пельтье</li><li>18. Преобразователи неэлектрических величин. Термоэлектрические преобразователи</li><li>19. Стандартные термоэлектрические преобразователи (пределы измерения, градуировки, материал электродов)</li><li>20. Способы исключения влияния температуры свободных концов термопар.</li></ol> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | <p>21. Требования, предъявляемые к материалам, термопар</p> <p>22. Преобразователи неэлектрических величин. Законы излучения</p> <p>23. Преобразователи неэлектрических величин. Пирометры</p> <p>24. Уравновешенные мосты. Достоинства, недостатки.</p> <p>25. Способы подключения термометров сопротивления</p> <p>26. Неуравновешенные мосты. Достоинства, недостатки</p> <p>27. Прибор 250М</p> <p>28. Логометрические схемы</p> <p>29. Милливольтметр. Принцип действия. Устройство. Достоинства, недостатки</p> <p>30. Измерительные информационные системы</p> <p>31. Способы представления информации</p> <p>32. Информационные технологии, используемые при поиске информации</p> <p>33. Основные понятия стандартизации</p> <p>34. Цели стандартизации</p> <p>35. Задачи стандартизации</p> <p>36. Органы и службы стандартизации</p> <p>37. Виды стандартов.</p> <p>38. Нормативные документы</p> <p>39. Методические основы стандартизации.</p> <p>40. Принципы и методы стандартизации</p> <p><b>Примеры практических заданий:</b></p> <p><b>Задание 1.</b> Используя различные литературные источники дать определение каждому термину из следующей схемы.</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | <div data-bbox="947 244 2089 853"> <pre> graph TD     A[Виды измерений] --&gt; B[По числу измерений величины]     A --&gt; C[По условиям измерений]     A --&gt; D[По степени достаточности измерений]     A --&gt; E[По связи с объектом]     A --&gt; F[По точности оценки погрешности]          B --&gt; B1[Многократные]     B --&gt; B2[Однократные]          C --&gt; C1[Неравноточные]     C --&gt; C2[Равноточные]          D --&gt; D1[Избыточные]     D --&gt; D2[Необходимые]          E --&gt; E1[Бесконтактные]     E --&gt; E2[Контактные]          F --&gt; F1[Технические]     F --&gt; F2[Лабораторные исследовательские]          F1 --&gt; F1a[С приближенным оцениванием погрешности]     F1 --&gt; F1b[С точным оцениванием погрешности]     F2 --&gt; F1a     F2 --&gt; F1b </pre> </div> <p data-bbox="947 901 2089 970"><b>Задание 2.</b> Используя различные интернет источники дать определение каждому термину из следующей схемы.</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                     | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                                                                      |  <pre> graph TD     A[Объект измерения] --&gt; B[Физическая величина]     B --&gt; C[Единица физической величины]     C --&gt; D[Метод измерения]     C --&gt; E[Средство измерения]     C --&gt; F[Условия измерения]     D --&gt; G[Методика измерения]     E --&gt; G     F --&gt; G     G --&gt; H[Измерение]     H --&gt; I[Результат измерения]     I --&gt; J[Погрешность измерения] </pre>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ОПК-6.2        | Осуществляет измерения физических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники | <p><b>Примеры практических заданий для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Медный термометр сопротивления имеет сопротивление <math>R_{20} = 1,75 \text{ Ом}</math>. Определить его сопротивление при 100 и 150 °С (<math>\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}</math>)</li> <li>Введите поправку в показания термопары и определите температуру рабочего конца, если термо-ЭДС термометра типа S = 3,75 мВ, температура свободных концов 32 °С</li> <li>Амперметр с пределом измерения 10 А показал при измерениях ток 5,3 А при его действительном значении 5,23 А. Определите абсолютную, относительную и относительную приведенную погрешности</li> </ol> <p>Имеются два амперметра: один КТ 0,5 имеет верхний предел измерения 20 А, другой КТ 1,5 имеет верхний предел измерения 5 А. Определите, у какого прибора меньше предел допускаемой основной относительной погрешности при измерении тока 3 А</p> <p><b>Примеры практических задач:</b></p> <p><b>Задача 1.</b> Рассчитать недостающую температуру пользуясь таблицами статических характеристик термопар в соответствии с ГОСТ Р 8.585–2001 "Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования". Решение пояснить. Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>указать международный и российский шифр термопары;</li> </ol> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции      | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |                                       |                                                              |                               |                          |       |       |     |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
|----------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------|-------|-----|-------------|---|---|-----|------|-------------|---|---|----|------|-------------|---|---|----|------|-------------|---|---|----|-------------|-----|---|------|-----------|------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|-------|-------|------|------|------|----|-------|-------|---|---|------|----|----|------|----|------|------|------|------|---|---|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|---|---|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|---|
|                |                                       | <p>б) полное наименование термопары и химический состав электродов;<br/>в) пределы измерения температур для которых в ГОСТ Р 8.585–2001 приведены номинальные значения термоЭДС;<br/>г) рассчитать недостающую температуру.</p> <p style="text-align: center;">Значения температур по вариантам</p> <table><tr><th>Вариант</th><th>Температура<br/>свободного спая,<br/>°С</th><th>Температура<br/>рабочего спая<br/>(измеряемого<br/>объекта), °С</th><th>Измеренная<br/>температура, °С</th><th>Обозначение<br/>термопары</th></tr><tr><td>1</td><td>35</td><td>705</td><td><math>T_{и} = ?</math></td><td>K</td></tr><tr><td>2</td><td>125</td><td>1525</td><td><math>T_{и} = ?</math></td><td>S</td></tr><tr><td>3</td><td>45</td><td>1204</td><td><math>T_{и} = ?</math></td><td>R</td></tr><tr><td>4</td><td>20</td><td>-155</td><td><math>T_{и} = ?</math></td><td>M</td></tr><tr><td>5</td><td>48</td><td><math>T_{д} = ?</math></td><td>450</td><td>L</td></tr></table> <p><b>Задача 2.</b> Диапазон показаний прибора от 0 до 1000 °С. По вариантам представлены значения измеренные эталонным средством измерения (СИ) для одиннадцати поверяемых точек. Требуется:<br/>а) рассчитать абсолютную, относительную и приведенную погрешности для каждой поверяемой точки прибора;<br/>б) определить класс точности СИ.</p> <p><b>Задача 3.</b> Определите доверительный интервал действительного значения измеряемой физической величины с доверительной вероятностью <math>P_{дов}</math>, если измерения были многократные и равноточные. Требуется:<br/>а) из РМГ29-99 "ГСОЕИ. Метрология. Основные термины и определения" выписать определения понятий: многократное измерение, равноточные измерения, размах результатов измерений, доверительные границы погрешности измерения;<br/>б) определить размах результатов измерений <math>R_n</math>;<br/>в) определить доверительный интервал ИФВ.</p> <p style="text-align: center;">Задание по вариантам</p> <table><tr><th rowspan="2">Вар.</th><th rowspan="2"><math>P_{дов}</math></th><th colspan="9">Номер измерения и значение величины <math>X_{измi}</math></th></tr><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th></tr><tr><td>1</td><td>0,95</td><td>84,15</td><td>84,06</td><td>83,8</td><td>83,9</td><td>84,1</td><td>84</td><td>84,02</td><td>84,03</td><td>–</td></tr><tr><td>2</td><td>0,99</td><td>53</td><td>52</td><td>52,5</td><td>51</td><td>48,5</td><td>50,2</td><td>50,3</td><td>49,2</td><td>–</td></tr><tr><td>3</td><td>0,98</td><td>7,05</td><td>6,9</td><td>6,85</td><td>7,2</td><td>6,74</td><td>7,25</td><td>6,7</td><td>6,6</td><td>–</td></tr><tr><td>4</td><td>0,9</td><td>4,3</td><td>4,2</td><td>4,25</td><td>4,1</td><td>3,85</td><td>4,02</td><td>4,03</td><td>4,12</td><td>–</td></tr></table> | Вариант                       | Температура<br>свободного спая,<br>°С | Температура<br>рабочего спая<br>(измеряемого<br>объекта), °С | Измеренная<br>температура, °С | Обозначение<br>термопары | 1     | 35    | 705 | $T_{и} = ?$ | K | 2 | 125 | 1525 | $T_{и} = ?$ | S | 3 | 45 | 1204 | $T_{и} = ?$ | R | 4 | 20 | -155 | $T_{и} = ?$ | M | 5 | 48 | $T_{д} = ?$ | 450 | L | Вар. | $P_{дов}$ | Номер измерения и значение величины $X_{измi}$ |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 0,95 | 84,15 | 84,06 | 83,8 | 83,9 | 84,1 | 84 | 84,02 | 84,03 | – | 2 | 0,99 | 53 | 52 | 52,5 | 51 | 48,5 | 50,2 | 50,3 | 49,2 | – | 3 | 0,98 | 7,05 | 6,9 | 6,85 | 7,2 | 6,74 | 7,25 | 6,7 | 6,6 | – | 4 | 0,9 | 4,3 | 4,2 | 4,25 | 4,1 | 3,85 | 4,02 | 4,03 | 4,12 | – |
| Вариант        | Температура<br>свободного спая,<br>°С | Температура<br>рабочего спая<br>(измеряемого<br>объекта), °С                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Измеренная<br>температура, °С | Обозначение<br>термопары              |                                                              |                               |                          |       |       |     |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| 1              | 35                                    | 705                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $T_{и} = ?$                   | K                                     |                                                              |                               |                          |       |       |     |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| 2              | 125                                   | 1525                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $T_{и} = ?$                   | S                                     |                                                              |                               |                          |       |       |     |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| 3              | 45                                    | 1204                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $T_{и} = ?$                   | R                                     |                                                              |                               |                          |       |       |     |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| 4              | 20                                    | -155                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $T_{и} = ?$                   | M                                     |                                                              |                               |                          |       |       |     |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| 5              | 48                                    | $T_{д} = ?$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 450                           | L                                     |                                                              |                               |                          |       |       |     |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| Вар.           | $P_{дов}$                             | Номер измерения и значение величины $X_{измi}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                               |                                       |                                                              |                               |                          |       |       |     |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
|                |                                       | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                             | 3                                     | 4                                                            | 5                             | 6                        | 7     | 8     | 9   |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| 1              | 0,95                                  | 84,15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 84,06                         | 83,8                                  | 83,9                                                         | 84,1                          | 84                       | 84,02 | 84,03 | –   |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| 2              | 0,99                                  | 53                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 52                            | 52,5                                  | 51                                                           | 48,5                          | 50,2                     | 50,3  | 49,2  | –   |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| 3              | 0,98                                  | 7,05                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6,9                           | 6,85                                  | 7,2                                                          | 6,74                          | 7,25                     | 6,7   | 6,6   | –   |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |
| 4              | 0,9                                   | 4,3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4,2                           | 4,25                                  | 4,1                                                          | 3,85                          | 4,02                     | 4,03  | 4,12  | –   |             |   |   |     |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |      |             |   |   |    |             |     |   |      |           |                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |      |      |      |    |       |       |   |   |      |    |    |      |    |      |      |      |      |   |   |      |      |     |      |     |      |      |     |     |   |   |     |     |     |      |     |      |      |      |      |   |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |      |       |       |       |       |       |     |       |       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------|----------------------------------|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | 5                  | 0,95 | 890,3 | 890,2 | 890,3 | 890,1 | 889,9 | 890 | 890,2 | 890,6 | – | <p><b>Примеры тестовых заданий:</b></p> <p>1. В каких случаях применяются пирометры?</p> <p>а) при измерении высоких температур;<br/> б) при измерении температур ниже 0°C;</p> <p>в) при измерении температуры движущихся объектов;<br/> г) когда необходимо обеспечить высокую точность.</p> <p>2. Какой метод измерения лежит в основе работы термопары и термометра сопротивления</p> <p>а) контактный; б) бесконтактный; в) косвенный.</p> <p>3. Как изменяются свойства материала термометра сопротивления при изменении температуры</p> <p>а) изменяется электрическое сопротивление;<br/> б) изменяется плотность;<br/> в) изменяется длина проводника.</p> <p>4. Как изменяется сопротивление у полупроводниковых термометров сопротивления при увеличении температуры</p> <p>а) увеличивается; б) уменьшается; в) не изменяется.</p> <p>5. Основной закон, который лежит в основе работы термопары</p> <p>а) закон Планка; б) закон Томсона; в) закон Пельтье.</p> <p>6. Сколько спаев бывает у термопары</p> <p>а) 1; б) 2; в) 3; г) зависит от условий измерения.</p> <p>7. Какие спаи термопары помещаются в измерительную среду</p> <p>а) рабочие; б) холодные; в) горячие; г) свободные.</p> <p>8. Для чего вводят поправку на температуру холодных спаев, чтобы</p> <p>а) температура холодных спаев была ноль;<br/> б) температура холодных спаев была равна температуре горячих спаев.</p> <p>9. Какой метод измерения лежит в основе работы пирометров</p> <p>а) контактный; б) бесконтактный; в) прямой.</p> |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Метрология и теплотехнические измерения» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена с оценкой.

Экзамен проводится в устной форме по теоретическим вопросам и задачам.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку *«отлично»* (5 баллов) – обучающийся должен полно раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, чётко и правильно дать определения, привести доказательства на основе математических и логических выкладок, показать навыки исследовательской деятельности. Ответ должен быть самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее;

– на оценку *«хорошо»* (4 балла) – обучающийся должен раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, в основном правильно дать основные определения и понятия предмета. При ответе допущены неточности, нарушена последовательность изложения, допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов, практические навыки нетвёрдые;

– на оценку *«удовлетворительно»* (3 балла) – обучающийся должен усвоить основное содержание материала. При ответе определения и понятия даны не чётко, допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах, практические навыки слабые;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. При ответе допущены грубые ошибки в определениях, доказательства теорем не проведено, не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя, отсутствуют навыки исследовательской деятельности;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (1 балл) – не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, основное содержание учебного материала не раскрыто.

### Методические рекомендации по выполнению индивидуальных заданий

Задания выполняются обучающимся самостоятельно. При выполнении задания обучающийся должен продемонстрировать навыки работы с литературными источниками, умение извлекать информацию и анализировать ее. Отчет к заданиям оформляется в соответствии с требованиями, приведенными ниже. Текст отчета выкладывается на образовательный портал.

#### Перечень заданий.

##### Задание 1.

Дать определения каждому понятию из приведенной ниже схемы.



Рисунок – Виды измерений

##### Задание 2.

Дать определения каждому понятию из приведенной ниже схемы.

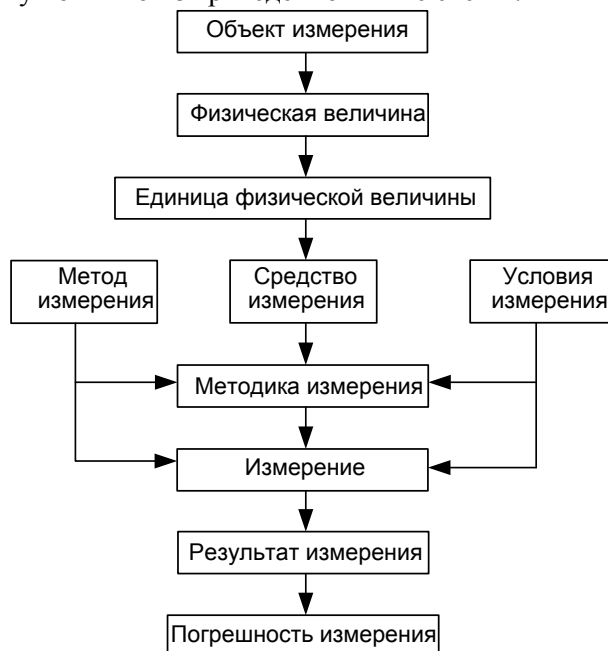


Рисунок – Операции измерения

### Задание 3.

Дать определения каждому виду погрешности из приведенной ниже схемы.



Рисунок – Классификация погрешностей

### Задание 4.

Дать определения каждому понятию из приведенной ниже схемы.



Рисунок – Классификация средств измерений

**Требования к оформлению отчета.**

Формат листа А4. Шрифт Times New Roman, размер 12, межстрочный интервал 1,5. Выравнивание текста по ширине. Абзац 1,25. Параметра страницы: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Номер страницы проставляется внизу от центра.

Каждый термин записывается с новой строки с абзацного отступа.

В тексте обязательно должны быть расставлены ссылки на использованные источники. Список использованных источников формируется в порядке ссылок по тексту реферата и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 -2018.

*Примеры библиографических описаний (ГОСТ 7.0.100 -2018)*

*1. Описание изданий с одним автором*

Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учеб. для сред. проф. образ. / Ю.Д. Сибикин; Среднее проф. Образование, Строительство и архитектура. – Москва: Academia, 2006. – 362 с.: ил., табл. – ISBN 5-7695-2250-3. – Текст: непосредственный.

*2. Описание с двумя авторами*

Чертов, А.Г. Задачник по физике: учеб. пособие / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва: Физматлит, 2008. – 640 с.: ил. – ISBN 9875-94052-145-2. – Текст: непосредственный.

*3. Описание с тремя авторами*

Варламова, Л.Н. Управление документацией: англо-русский аннотированный словарь стандартизированной терминологии / Л.Н. Варламова, Л.С. Баюн, К.А. Бастрикова. – Москва: Спутник+, 2017. – 398 с. – ISBN 978-5-9973-4489-4. – Текст: непосредственный.

*4. Описание изданий под заглавием (5 и более авторов)*

Математика: учеб. пособие / Ю.М. Данилов, Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Казанский государственный технологический университет. – Москва: ИНФРА-М, 2011. – 496 с.: ил., табл. – ISBN 5-16-0022673-2. – Текст: непосредственный.

*5. Описание многотомных изданий*

Материалы и элементы электронной техники. В 2 томах. Т.1. Проводники, полупроводники, диэлектрики: учебник для студ. вузов, обучающихся по направлению «Электроники и микроэлектроника» / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – Москва: ИЦ Академия, 2006. – 440 с. – Библиогр.: с. 435-438. – Предм. указ.: с. 438-440. – ISBN 5-7695-2785-4. – Текст: непосредственный.

*6. Описание законодательных материалов*

Гражданский процессуальный кодекс РСФСР: [принят третьей сес. Верхов. Совета РСФСР шестого созыва 11 июня 1964 г.]: офиц. текст: по состоянию на 15.11.2001 г.; Министерство юстиции Российской Федерации. – Москва: Маркетинг, 2001. – 159 с. – 3000 экз. – ISBN 5-94462-191-5. – Текст: непосредственный.

*7. Описание стандартов*

ГОСТ Р 57564–2017. Организация и проведение работ по международной стандартизации в Российской Федерации = Organization and implementation of activity on international standardization in Russian Federation: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2017 г. № 767-ст : введен впервые: дата введения 2017-12-01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ). – Москва: Стандартинформ, 2017. – V, 43, [1] с.; 29 см. – 33 экз. – Текст непосредственный.

*8. Описание патентных документов*

Патент № 2637215 Российская Федерация, МПК В02С 19/16 (2006.01), В02С 17/00 (2006.01). Вибрационная мельница: № 2017105030: заявл. 15.02.2017: опубл. 01.12.2017 / [Артеменко К. И.](#), [Богданов Н. Э.](#); заявитель БГТУ. – 4 с.: ил. – Текст: непосредственный.

*9. Описание периодических изданий*

Безопасность жизнедеятельности. – ISSN 1684-6435. – Текст: непосредственный.

Вестник древней истории. – ISSN 0321-0391. – URL:

<https://dlib.eastview.com/browse/publication/669/udb/12> (дата обращения 02.10.2019). – Текст: электронный.

#### *10. Описание изданий МГТУ*

Парсункин, Б.Н. Локальные стабилизирующие контуры автоматического управления в АСУ ТП промышленного производства: монография / Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, О.С. Логунова, Т.У. Ахметов; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2012. – 406 с. – ISBN 978-5-4253-0418-0. – Текст: непосредственный.

#### *11. Описание электронных изданий МГТУ (макрообъекты)*

Мухина, Е. Ю. Проектирование автоматизированных систем: конспект лекций / Е.Ю. Мухина; МГТУ. – Магнитогорск: МГТУ, 2014. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1154.pdf&show=dcatalogues/1/1121181/1154.pdf&view=true> (дата обращения 09.10.2019). – Макрообъект. – Текст: электронный.

#### *12. Описание ЭБС «Лань»*

Основы металлургического производства: учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 616с.: ил., табл. – ISBN 978-5-8114-2486-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e/lanbook.com/book/90165> (дата обращения 02.10.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### *13. Описание ЭБС «Знаниум»*

Попов, Ю. И. Управление проектами: учебное пособие / Ю. И. Попов, О. В. Яковенко. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 208 с. — (Учебники для программы MBA). — ISBN 978-5-16-002337-3. — URL: <https://new.znanium.com/read?id=329884> (дата обращения 10.10.2019). – Текст: электронный.

#### *14. Описание ЭБС «Юрайт»*

Троценко, В.В. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учебное пособие для академического бакалавриата / В.В. Троценко, В.К. Федоров, А.И. Забудский, В.В. Комендантов. - Москва: Юрайт, 2019. – 136с. – ISBN 978-5-534-09938-6. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/viewer/sistemy-upravleniya-tehnologicheskimi-processami-i-informacionnye-tehnologii-438994#page/2> (дата обращения 10.10.2019).

#### *15. Описание сайтов в сети Интернет*

Государственный Эрмитаж: [сайт]. – Санкт-Петербург, 1998. – URL: <http://www.hermitagemuseum.org/wps/portal/hermitage> (дата обращения: 16.08.2019). – Текст. Изображение: электронные.

ТАСС: информационное агентство России: [сайт]. – Москва, 1999. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://tass.ru> (дата обращения: 26.05.2019). – Текст: электронный.

Электронная библиотека: библиотека диссертаций: сайт / Российская государственная библиотека. – Москва: РГБ, 2003. – URL: <http://diss.rsl.ru/?lang=ru> (дата обращения: 20.07.2019). – Режим доступа: для зарегистрир. читателей РГБ. – Текст: электронный.