

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №11 от 11 февраля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И  
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ / METROLOGY, AUTOMATION AND  
MEASUREMENT TECHNOLOGY OF HEAT ENGINEERING PROCESS»**

---

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

---

Технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

<b>Код, наименование компетенции</b>	<b>Код индикатора компетенции</b>
ПКС-2 Способность к организации метрологического обеспечения, экозащитных, энерго- и ресурсосберегающих мероприятий технологических процессов	ПКС-2.3

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

<b>Код индикатора</b>	<b>Содержание индикатора</b>	<b>Результат обучения</b>
ПКС-2.3	Организует самостоятельно или в коллективе работы по метрологическому обеспечению технологических процессов объектов теплоэнергетики и теплотехники	<p><b>Знать</b> основы обеспечения единства измерений, способы обработки результатов измерений; метрологические характеристики средств измерений, основы выбора, эксплуатации и виды средств измерений, применяемых в теплоэнергетике; архитектуру и состав информационно измерительных систем; способы передачи информации в системах управления, виды, характеристики и математическое описание объектов управления и систем автоматического регулирования.</p> <p><b>Уметь</b> оценивать погрешность результатов измерений, выбирать средства измерений на основании их метрологические характеристик, выбирать и использовать нормативную документацию средства автоматизации и управления в своей профессиональной деятельности, понимать их архитектуру и состав, законы регулирования и управления.</p> <p><b>Владеть</b> методиками измерений и обработки их результатов, навыками организации и проведения измерений, выбора средств измерений, чтения схем автоматизации, составления задания на автоматизацию исходя из</p>

		специфики технологического процесса.
--	--	--------------------------------------

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Электротехника и электроника», «Материаловедение. Технология конструкционных материалов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Оборудование ТЭС», «Производственная практика: эксплуатационная практика», «Системы теплоснабжения», «Электроснабжение и электрооборудование»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

#### Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основы метрологии	1, 2, 3	6	3, 4, 6	6	2, 3, 4	6	1, 3	12	Контрольн ая работа, Тест, Отчет по лаборатор ной работе
2	Техническое регулирование, стандартизация и основы оценки	4, 5	4			1	2			Тест, Реферат

	соответствия									
3	Приборы и средства автоматизации производственных процессов	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	14	1, 2, 5, 7, 8	10	5	2	1, 2	20	Контрольная работа, Тест, Отчет по лабораторной работе
4	Системы управления технологическим и процессами и оборудованием	13	2			7	2	2	2	Тест, Отчет по лабораторной работе
5	Основы теории автоматического управления	14, 15, 16	6					2	2	Тест
6	Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике					6, 8	4	2, 3	8	Тест
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		16		16		80	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Основы метрологии	<p>Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира. Физическая величина. Единицы физических величин.</p> <p>Международная система единиц СИ. Шкалы измерений. Классификация СИ. Погрешности СИ. Нормальные условия измерений. Нормируемые метрологические характеристики СИ. Класс точности СИ. Испытания СИ и утверждение их типа. Закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности. Результат измерения и его характеристики. Источники погрешностей. Понятие неопределенности РИ. Виды измерений. Требования к проведению измерений. Обработка результатов прямых однократных, прямых многократных и косвенных измерений. Методики выполнения измерений.</p> <p>Организационные научные и методические основы метрологического обеспечения. Государственная служба ОЕИ. Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений; структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами. Эталоны. Поверочные схемы. Методы передачи размера единиц величин.</p>

		Поверка средств измерений. Калибровка средств измерений.
2	Техническое регулирование, стандартизация и основы оценки соответствия	<p>Принципы технического регулирования. Положения ФЗ «О техническом регулировании». Цели и основные требования технических регламентов. Виды и основные положения технических регламентов. Основные цели и объекты стандартизации. Основные положения государственной системы стандартизации ГСС. Документы по стандартизации, организация работ по стандартизации, правила разработки и содержание нормативных документов по стандартизации. Применение стандартов. Международные и отечественные организации по стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Термины и определения в области сертификации. Качество продукции и защита потребителя. Правила и порядок проведения сертификации. Схемы и системы сертификации. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий.</p>
3	Приборы и средства автоматизации производственных процессов	<p>Требования, предъявляемые к средствам измерений, факторы, влияющие на их выбор, маркировка средств измерений, виды исполнений (взрывозащищенное, климатическое, и т.д.) Аналоговые электроизмерительные приборы. Классификация электромеханических измерительных механизмов, моменты и силы ЭИМ, узлы и детали ЭИМ, обозначения. Аналоговые электронные электроизмерительные приборы (например вольтметра), цифровые и компенсационные измерительные приборы. Основы термометрии. Температурные шкалы. МТШ. Классификация методов и средств измерения температуры. Термометры расширения. Дилатометрические и биметаллические термометры. Термоэлектрические термометры, термометры сопротивления: уравнения измерения, устройство, принцип действия, монтаж, погрешности измерения, НСХ. Пирометрия: характеристики пирометров, их виды, устройство и принцип действия. Инфракрасные пирометры и тепловизоры: особенности применения, погрешности измерения. Единицы давления, классификация средств измерения давления. Деформационные чувствительные элементы манометров. Виды манометров. Реле давления. Электрические преобразователи давления: устройство, принцип действия, сфера применения.</p>

		<p>Уровнемеры и сигнализаторы уровня. Буйковые, поплавковые, магнитострикционные, электрические (емкостные) уровнемеры и сигнализаторы уровня. Гидростатические уровнемеры: устройство, схемы включения, монтаж. Радарные, волноводные, ультразвуковые, лазерные уровнемеры. Расходомеры и счетчики. Номенклатура, классификация, сфера применения. Расходомеры ППД и альтернативные устройства. Электромагнитные, вихревые, ультразвуковые, кориолисовые, массовые расходомеры: устройство, принцип действия, уравнение измерения, номенклатура, производители, особенности. Классификация газоанализаторов. Термоманнитные газоанализаторы, термокондуктометрические газоанализаторы, относительная теплопроводность газов, оптические газоанализаторы. Классификация, принципиальные схемы, область применения для оценки экологической безопасности и контроля ПДК вредных выбросов. Средства реализации управленческого решения на технологический процесс. Исполнительные устройства (регулирующие, электромагнитные отсечные клапана, питатели печей и мельниц)</p>
4	Системы управления технологическими процессами и оборудованием	<p>Состав АСУ ТП. Локальные, централизованные, распределенные, интегрированные системы управления технологическими процессами. Виды обеспечений АСУТП. Программируемые логические контроллеры: виды и архитектура. Устройства с объектом, передача информации в системах управления (локальные сети, протоколы передачи информации), человеко–машинный интерфейс пользователя. SCADA системы.</p>
5	Основы теории автоматического управления	<p>Основные термины и определения теории автоматического регулирования. Декомпозиция систем управления. Понятие объекта управления. Характеристики, свойства, переменные ОУ. ХТП как объект управления. Статические динамические характеристики объектов и звеньев управления. Передаточные функции. Математическое моделирование ОУ. Типовые динамические звенья систем управления. Понятие автоматической системы регулирования. Виды АСР. Понятие, назначение и виды регуляторов. Законы регулирования. Позиционное, непрерывное и дискретное регулирование. Понятие качества регулирования. Критерии качества АСР. Запоздывание и устойчивость систем регулирования. Переходные процессы в АСР.</p>
6	Автоматизация	Регулирование основных технологических

	технологических процессов в теплоэнергетике	переменных процесса. Способы регулирования расхода, температуры, давления, уровня, pH. Паровой котел как объект управления, основные САР котла, типовая схема автоматизации. Автоматическое регулирование процесса горения барабанных котлов. Регулирование питания барабанного котельного агрегата водой. Автоматическое регулирование температуры перегрева пара. Основы техники чтения схем автоматизации.
--	---	---

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Измерительные механизмы аналоговых приборов	2
2	Измерение температуры комплектом термометр сопротивления-цифровой измерительный прибор	2
3	Поверка каналов тепловычислителя	2
4	Калибровка гидростатического уровнемера	2
5	Измерение расхода методом переменного перепада давления	2
6	Поверка деформационного манометра (преобразователя давления)	2
7	Основы энергоаудита с обработкой термограмм тепловизора ТЕСТО	2
8	Изучение пневматического привода	2

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Класс точности средств измерений, нормирование. Оценка МХ СИ по классу точности. Решение задач	2
2	Обработка результатов прямых однократных измерений	2
3	Обработка результатов прямых многократных измерений	2
4	Обработка результатов косвенных измерений	2
5	Эксплуатационные характеристики средств измерений. Основы выбора приборов и средств автоматизации	2
6	Основы проектирования АСУ ТП. Техника чтения схем автоматизации	2
7	Основы разработки графического интерфейса	2

	оператора технолога в SCADA Trace Mode	
8	Анализ барабанного котла с точки зрения автоматизации. Основные САР	2

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	24
2	Проработка разделов теоретического материала	8
3	Расчетно-графические и аналогичные работы	12

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Публичная презентация (public presentation) — представление обучающих материалов в структурированном, графическом и простом для усвоения виде. Презентация может служить дополнительной иллюстрацией учебного материала и отображать его ключевые моменты.

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

##### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия по дисциплине включают в себя решение типовых задач по разделам дисциплины, ситуационных вопросов, обзора средств автоматизации и управления.

Примеры практических занятий:

ПЗ№1: Цель занятия: приобретение знаний и навыков в сфере оценки метрологической точности средств измерений

Ход работы:

- Изучение теоретического материала;
- Решение практических задач

Примеры задач:

1. Определить абсолютную и относительную погрешности прибора класса 1,0 со шкалой 150 В для отметок шкалы 50 и 100 В.
2. Имеются два вольтметра: класса точности 1,0 со шкалой 300 В и класса точности 2,5 со шкалой 100 В. Определить, какой из вольтметров обеспечит большую точность измерения напряжения 50 В.
3. Имеется вольтметр с верхним пределом измерения 500 В класса точности 1,5. Определить наибольшую возможную абсолютную и относительную погрешности при показании прибора 380 В.

ПЗ№2: Цель занятия: приобретение навыков обработки результатов прямых однократных измерений

Ход работы:

- Изучение теоретического материала;
- Решение практических задач

Примеры задач:

1. Для технического манометра класса 1,5 нормальная температура окружающей



среды  $20 \pm 5^\circ \text{C}$ , рабочая температура  $+5 \pm 50^\circ \text{C}$ . Одинаковыми ли погрешностями будут характеризоваться показания прибора при температуре окружающей среды  $t=24$ ;  $t=10$  и  $t=55^\circ \text{C}$  при условии, что остальные влияющие величины имеют нормальные значения?

5. По результатам ряда измерений установлено, средний расход вещества  $A$  равен  $0,0002 \text{ м}^3/\text{мин}$ . При этом доверительный интервал нормально распределённой погрешности измерения составляет  $\pm 0,000015 \text{ м}^3/\text{мин}$ . (при доверительной вероятности  $P=0,683$ ). Определить границы доверительного интервала погрешности измерения расхода при  $P=0,95$

ПЗ №3: Цель занятия: приобретение навыков обработки результатов прямых многократных измерений

Ход работы:

- Изучение теоретического материала;
- Решение практических задач

Пример задачи:

1. Обработать результаты прямых измерений, если измерения выполнены вольтметром с пределом основной приведенной погрешности  $0,5$ , с верхним пределом измерения  $15 \text{ В}$ . Дополнительные погрешности показаний из-за влияния магнитного поля и температуры не превышают соответственно  $= 0,5\%$  и  $= 0,25\%$  от допускаемой предельной погрешности.

Результаты наблюдений: 13.12 12.90 13.05 12.91 12.69 13.21 13.16 13.36 13.85  
13.44 13.49 13.45 13.47 13.40 12.88 13.22 12.97 13.40 13.14 13.01

ПЗ №4: Цель занятия: приобретение навыков обработки результатов прямых косвенных измерений

Ход работы:

- Изучение теоретического материала;
- Решение практических задач

Пример задачи Определить абсолютную и относительную погрешность однократного измерения напряжения, если известны следующие аргументы и их абсолютные погрешности:

Мощность  $P=1500 \text{ Вт}$ ; характеристики ваттметра: к.т  $0,5$ ; диапазон  $0-3000 \text{ Вт}$ .

Ток  $I=1,2 \text{ А}$ ; характеристики амперметра: к.т.  $1,5$ ; диапазон  $0-3 \text{ А}$ .

ПЗ №5: Цель занятия: приобретение навыков определения видов исполнений приборов и средств автоматизации и выбора их для конкретных условий технологического процесса

Ход работы:

- Изучение теоретического материала;
- Самостоятельное решение практической задачи (студенту предлагается маркировочная табличка СИ, нужно определить вид исполнения)

ПЗ №6: Цель занятия: приобретение навыков определения видов исполнений приборов и средств автоматизации и выбора их для конкретных условий технологического процесса

Ход работы:

- Изучение теоретического материала;
- Самостоятельное решение практической задачи (контрольная работа №2) Решать задачу студенты начинают на ПЗ (расшифровывают обозначения СА), выбор средств измерений выполняют самостоятельно, решение прикрепляют в ресурс

ПЗ № 7: Цель занятия: приобретение навыков разработки графического интерфейса оператора технолога

Ход работы:

- Заданием для выполнения практической работы служит вариант контрольной работы №2 (пример схемы автоматизации);

Студент разрабатывает мнемосхему по заданию с применением SCADA системы.

ПЗ №8: Цель занятия: приобретение навыков информационного описания объекта управления на примере теплового объекта (котел, теплообменник)

Ход работы: Решение практической задачи: для конкретного объекта управления составить информационную схему, определив входные, выходные и возмущающие воздействия. Научиться выделять регулирующие и регулируемые переменные.

### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:**

Методические указания по каждой лабораторной работе приведены в соответствующей вкладке (задание) в электронном ресурсе «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.) <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087>

### **5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

#### **1. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам**

Требования к оформлению отчетов, шаблоны протоколов поверки, шаблоны отчетов приведены в методических указаниях в электронном ресурсе «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.) <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087#>

#### **2. Расчетно-графические и аналогичные работы**

Задания на контрольную и практическую работы, условия выбора варианта, требования к оформлению приведены в электронном ресурсе «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.) <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087#> в разделе промежуточная аттестация.

#### **3. Проработка отдельных разделов теоретического курса**

На самостоятельную проработку выносятся следующие разделы курса

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

1 Методы стандартизации (унификация, типизация, агрегатирование, симплификация, селекция, опережающая стандартизация). Понятие и методы идентификации продукции. Штриховое кодирование продукции. Международные организации по стандартизации

Литература и материалы:

электронный ресурс «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.) <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087#>;

Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия [Электронный ресурс] : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И. М. Лифиц, 2018. - 314 с. <http://www.biblio-online.ru/book/090ED56E-3BF3-47BE-862C-C732B387CE3C>

2 Системный менеджмент качества, премии по качеству

Литература и материалы:

Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия [Электронный ресурс] : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И. М. Лифиц, 2018. - 314 с. <http://www.biblio-online.ru/book/090ED56E-3BF3-47BE-862C-C732B387CE3C>

3 Приборы и средства автоматизации производственных процессов Общи узлы и детали ЭИМ, обозначения. Средства качественного анализа. Исполнительные устройства (регулирующие, электромагнитные отсечные клапана, питатели печей и мельниц)

Литература и материалы:

электронный ресурс «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.) <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087#>;

Сажин С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред : учебное

пособие / С. Г. Сажин, 2012. - 431 с. <https://e.lanbook.com/book/3552#book>;  
Половнева С. И. Анализаторы состава и качества : учебное пособие / С. И. Половнева, В. В. Елшин, А. М. Захаров, 2014. - 124 с.

4 Основы техники чтения схем автоматизации. Автоматизация вспомогательного оборудования котельных агрегатов ТЭС. Автоматические защиты барабанных паровых котлов.

Литература и материалы;

электронный ресурс «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.) <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087#>

[4,5,6,7,9]

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 5 | Контрольная работа**

##### **Описание процедуры.**

Тема: Основы метрологии

Описание процедуры: Контрольная работа состоит из четырех заданий. Варианты заданий, примеры расчета приведены в методических указаниях в электронном ресурсе «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.) <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087#>

Пример задания:

Задача № 1.

Погрешности средств измерений

Номинальный режим электроустановки постоянного тока характеризуется напряжением  $U_N$  и током  $I_N$ , измерение которых может быть произведено вольтметрами  $V_1$  или  $V_2$  и амперметрами  $A_1$  или  $A_2$ . Значения напряжения  $U_N$ , тока  $I_N$  и характеристики электроизмерительных приборов приведены в таблице 1.1.

Необходимо:

- из двух вольтметров и двух амперметров, предложенных в табл.1.1, выбрать электроизмерительные приборы, обеспечивающие меньшую возможную относительную погрешность;
- определить пределы, в которых могут находиться действительные значения напряжения и тока при их измерении выбранными приборами;
- определить возможную относительную погрешность в определении мощности установки по показаниям вольтметра и амперметра

Задача № 2.

Определение погрешности результата косвенных измерений

Для измерения сопротивления или мощности косвенным методом использовались два прибора: амперметр и вольтметр магнитоэлектрической системы.

Данные приборов, их показания, при которых производилось измерение, приведены в табл. 2.1.

Определить:

- величину сопротивления и мощность по показаниям приборов;
- максимальные абсолютные погрешности амперметра и вольтметра;
- абсолютную погрешность косвенного метода;
- относительную погрешность измерения;

д) пределы действительных значений измеряемых физических величин

Задача № 3.

Применение масштабных измерительных преобразователей для измерения тока и напряжения

Измерительный механизм (ИМ) магнитоэлектрической системы рассчитан на ток  $I_{им}$  и напряжение  $U_{им}$  и имеет шкалу на  $\alpha_n$  делений. По данным варианта табл. 3.1:

а) составить схему включения измерительного механизма с шунтом и дать вывод формулы  $R_{ш}$ ;

б) определить постоянную измерительного механизма по току  $C_I$ , величину сопротивления шунта  $R_{ш}$  и постоянную амперметра  $C'I$ , если этим прибором нужно измерять ток  $I_n$ ;

в) определить мощность, потребляемую амперметром при номинальном значении тока  $I_n$ ;

г) составить схему включения измерительного механизма с добавочным сопротивлением и дать вывод формулы  $R_d$ ,

д) определить постоянную измерительного механизма по напряжению  $C_U$ , величину добавочного сопротивления  $R_d$  и постоянную вольтметра  $C'U$ , если этим прибором нужно измерять напряжение  $U_n$ ,

е) определить мощность, потребляемую вольтметром при номинальном значении напряжения  $U_n$ .

Задача № 4.

Выбор измерительной аппаратуры

В высоковольтной трехпроводной цепи трехфазного тока необходимо измерить линейные токи, линейное напряжение, коэффициент мощности цепи и расход активной энергии всей цепи. Подобрать для этой цели два измерительных трансформатора тока (ИТТ), два измерительных трансформатора напряжения (ИТН) и подключить к ним следующие измерительные приборы:

- два амперметра электромагнитной системы;
- два однофазных индукционных счетчика активной энергии;
- один трехфазный фазометр электромагнитной или электродинамической системы;
- один вольтметр электромагнитной системы.

Расстояние от трансформатора до измерительных приборов  $l$  (провод медный, сечением  $S = 2,5 \text{ мм}^2$ ), номинальное напряжение сети  $U_1$  и линейный ток  $I_1$  приведены в табл. 6.1.

Начертить схему включения ИТТ и ИТН в цепь, а также показать подключение к ним всех измерительных приборов.

Выполнить разметку зажимов обмоток ИТТ, ИТН, счетчиков и фазометра. Показать заземление вторичных обмоток ИТТ и ИТН.

Тема: Автоматизация технологических процессов

Описание процедуры: По заданной упрощенной функциональной схеме автоматизации определить (прочитать) какие параметры и какие функции в отношении их выполняет АСР, выбрать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров.

Варианты заданий, условия выбора варианта, требования к оформлению приведены в электронном ресурсе «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.)

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087#>

### Критерии оценивания.

Тема: Основы метрологии

Отлично

Работа выполнена согласно заданию в полном объеме Расчеты выполнены верно, результаты оформлены правильно, приведена схема подключения функциональной аппаратуры.

Хорошо

Работа выполнена согласно заданию в полном объеме Расчеты выполнены верно, результаты оформлены правильно, не приведена схема подключения функциональной аппаратуры.

Удовлетворительно

Работа выполнена согласно заданию в полном объеме Не все расчеты выполнены верно или результаты оформлены не правильно, не приведена схема подключения функциональной аппаратуры.

Неудовлетворительно

Работа выполнена не по заданию или не в полном объеме Не все расчеты выполнены верно или результаты оформлены не правильно, не приведена схема подключения функциональной аппаратуры.

Тема: Автоматизация технологических процессов

Отлично: Работа выполнена согласно заданию в полном объеме Обозначения средств автоматизации расшифрованы верно. Средства автоматизации выбраны правильно, с учетом требований и точности измерений

Хорошо: Работа выполнена согласно заданию в полном объеме Обозначения средств автоматизации расшифрованы в целом верно. Средства автоматизации выбраны правильно, но не описаны их характеристики

Удовлетворительно: Работа выполнена согласно заданию но не в полном объеме Обозначения средств автоматизации расшифрованы в целом верно. Средства автоматизации выбраны не правильно или не описаны их характеристики

Неудовлетворительно: Работа выполнена не по заданию или не в полном объеме Обозначения средств автоматизации расшифрованы не верно или средства автоматизации выбраны не правильно

## 6.1.2 семестр 5 | Тест

### Описание процедуры.

Тестирование осуществляется по всем разделам дисциплины

Описание процедуры: Тестирование по дисциплине проводится по завершении каждого раздела дисциплины в электронном виде, с применением системы электронного обучения ИРНИТУ. В электронном ресурсе «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.)

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087#> тесты открываются после окончания изучения соответствующего раздела. На прохождение теста дается три попытки, тесты с ограничением по времени.

Пример задания:

1. Измерением называется (выберите правильный вариант ответа):

- а) определение числового значения измеряемой физической величины;
- б) нахождение значений физических величин опытным путём с помощью специальных технических средств;
- в) выбор и способ использования технических средств измерения, имеющих нормированные метрологические характеристики.

2. Образцовый и лабораторный амперметры соединены последовательно. Показание образцового прибора равно  $I_0=5$  А, показание лабораторного прибора  $I_{ИЗ}=5,07$  А. Найти

абсолютную и относительную погрешности измерения лабораторным прибором (выберите правильный вариант ответа):

а) 0,07А.; 1,4 %;

б) -0,07А.; -0,0138 А;

в) 7%; 0,0138 %.

3. К точечным оценкам законов распределения случайных величин относятся (выберите правильный вариант ответа):

а. среднее арифметическое значение, дисперсия, среднее квадратичное отклонение;

б. медиана, математическое ожидание, дисперсия;

в. среднее арифметическое значение, математическое ожидание, дисперсия;

4. Метрологические характеристики СИ – это (выберите правильный вариант ответа):

а. характеристики, устанавливающие степень соответствия информации о измеряемой величине, содержащейся в выходном сигнале ее истинному значению;

б. характеристики свойств СИ, оказывающие влияние на результат измерения и его погрешности;

в. характеристики СИ, по которым рассчитывают погрешность результата измерения;

5. Какая организация не входит в состав ГМС (государственной метрологической службы) (выберите правильные варианты ответа):

а. научные метрологические центры;

б. НИИ метрологии;

в. калибровочные лаборатории;

г. центры стандартизации и метрологии

### **Критерии оценивания.**

Критерии оценки: За каждый правильный ответ начисляется 1 балл, оценкой за тест является максимальное количество баллов, полученных студентом. Результаты тестирования входят в рейтинг по дисциплине.

### **6.1.3 семестр 5 | Отчет по лабораторной работе**

#### **Описание процедуры.**

Описание процедуры: Теоретическое введение, состав лабораторного стенда, последовательность выполнения лабораторной работы и обработки результатов приведены в методических указаниях в электронном ресурсе «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» (Разработчик Лазарева О.В.) <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4087#>

#### **Критерии оценивания.**

Отлично: Отчет выполнен в соответствии с требованиями, произведены все расчеты, даны верные ответы на контрольные вопросы, в процессе защиты студент отвечал на все опросы правильно и уверенно;

Хорошо: Отчет выполнен в соответствии с требованиями, произведены все расчеты, даны верные ответы на контрольные вопросы, в процессе защиты отчета студентом были допущены неточности или сделаны неверные выводы;

Удовлетворительно: Отчет выполнен в соответствии с требованиями, но произведены не все расчеты, или даны неверные ответы на контрольные вопросы, в процессе защиты отчета студентом были допущены существенные неточности;

Неудовлетворительно: Отчет оформлен небрежно, произведены не все расчеты, или даны

неверные ответы на контрольные вопросы, в процессе защиты отчета студент не смог ответить на вопросы преподавателя

#### **6.1.4 семестр 5 | Реферат**

##### **Описание процедуры.**

Цель выполнения реферата - получение студентами навыков самостоятельно пополнять знания по изучаемой дисциплине и ориентироваться в потоке информации.

На последней неделе семестра студент должен предоставить преподавателю реферат на одну из предложенных тем объемом 15 страниц (2 тыс. знаков на 1 страницу текста). При необходимости привести иллюстративный материал по тематике реферата. При написании реферата студент знакомится с рекомендованной преподавателем учебной литературой, а также статьями, опубликованными в журналах Росстандарта, и информацией, найденной в поисковых системах сети Internet. Оформление реферата должно осуществляться согласно СТО ИрГТУ.005-2007 «Учебно-методическая деятельность. Общие требования к оформлению текстовых и графических работ студентов».

Примерная тематика рефератов:

1. Основные положения, структура и требования ФЗ «О техническом регулировании»
2. Международные технические комитеты. Область деятельности.
3. Международная стандартизация и сертификация. Задачи и сфера деятельности.
4. Опережающая стандартизация.
5. Стандартизация систем менеджмента качества.
6. Стандартизация в области охраны окружающей среды.
7. Стандартизация в области информационных технологий.
8. Законодательная база сертификации.
9. Сертификация средств измерений.
10. Роль сертификации в повышении качества продукции.
11. Нормативная база подтверждения соответствия.
12. Схемы подтверждения соответствия.
13. Подтверждение соответствия в странах ЕС.
14. Экологическая сертификация.
15. Гигиеническая оценка производства, поставки и реализации продукции и торговли.
16. Значение и основные положения концепции системного менеджмента качества.
17. Модель менеджмента качества на основе требований международных, национальных, региональных или корпоративных премий по качеству (возможно привлечение по этой теме двух-трех студентов).

##### **Критерии оценивания.**

Степень раскрытия сущности проблемы (соответствие плана теме реферата; полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; обоснованность способов и методов работы с материалом)

5 баллов

Обоснованность выбора источников (полнота использования литературных источников по проблеме; привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).

5 баллов

Грамотность (отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;

- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых)

5 баллов  
ИТОГО

15 баллов

## 6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.3	Способен оценивать метрологические характеристики средств измерений, обрабатывать и оформлять их результаты, выбирать и применять средства измерений, разбираться в нормативной документации в области МСС, читать схемы автоматизации.	Тестирование по разделам дисциплины, экзаменационные вопросы, контрольная работа

### 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

#### 6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

##### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен является формой итоговой оценки качества освоения студентом образовательной программы по дисциплине в целом. По результатам экзамена студенту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен проводится в форме устного опроса по билетам (вопросам). Билеты составляются на основании списка вопросов (п.6.2.2.1), который выдается студентам заранее.

Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний студентов.

При выставлении оценки экзаменатор учитывает:

- знание фактического материала по программе, в том числе; знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса, а также истории науки;
- степень активности студента на практических занятиях;
- логику, структуру, стиль ответа; культуру речи, манеру общения; готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике, решить задачи;
- наличие пропусков семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам.

Пример задания:



Вопросы на экзамен:

1. Основные задачи метрологии в измерительной технике. Теоретическая и законодательная метрология. Структура ГМС РФ.
2. Понятие о единстве измерений. Структура ГСИ.
3. Понятие единицы и размерности физической величины. Системы единиц физических величин. Основные и производные единицы системы СИ. Образование кратных и дольных единиц. Дополнительные и внесистемные единицы.
4. Эталон. Виды эталонов. Государственные эталоны системы СИ.
5. Поверочные схемы. Принципы построения. Виды. Порядок утверждения поверочных схем. Методы передачи размера единиц величин.
6. Поверка средств измерений. Органы, осуществляющие поверочные работы. Порядок проведения поверки.
7. Средства измерений и их классификация. Характеристики средств измерений.
8. Метрологические характеристики средств измерений. Комплексы нормируемых МХ СИ. Класс точности средства измерения. Нормирование. Обозначение.
9. Изготовление, ремонт, продажа и прокат СИ. Порядок утверждения типа средства измерения. Органы, участвующие в утверждении.
10. Погрешности измерений. Классификация.
11. Систематическая погрешность измерения. Способы обнаружения и исключения.
12. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Обработка результатов многократных измерений.
13. Государственный метрологический контроль и надзор. Задачи метрологических служб в сфере государственного контроля и надзора. Области обязательного гос. Контроля.
14. Техническое регулирование. Цели и основные требования технических регламентов. Виды.
15. Цели и задачи стандартизации. Система органов и служб стандартизации РФ.
16. Общий состав документов в области стандартизации. Классификация стандартов. Содержание и назначение.
17. Сертификация цели и задачи сертификации. Правовая основа сертификации.
18. Система качества по стандартам ИСО серии 9000. Направленность стандартов ИСО серии 14000. Стимулирование повышения качества со стороны государства.
19. Декларирование и сертификация обязательного подтверждения соответствия. Объекты обязательной сертификации.
20. Добровольная сертификация. Цели и задачи. Объекты добровольной сертификации. Системы добровольной сертификации.
21. Классификация средств измерения температуры. Основы правильного выбора СИ температуры.
22. Устройство и принцип действия манометрических термометров. Диапазон измерений. Достоинства и недостатки прибора. Погрешности манометрических термометров.
23. Устройство и принцип действия термоэлектрических термометров. НСХ. Погрешности и состав термоэлектрического комплекта.
24. Устройство и принцип действия термометров сопротивления. Виды ТС. Особенности применения.
25. Классификация средств измерения давления. Единицы давления.
26. Чувствительные элементы деформационных манометров. Область применения деформационных манометров. Правила установки деформационных манометров и дифманометров.
27. Электрические преобразователи давления. Устройство. Виды и особенности использования.

28. Измерение уровня жидкости и сыпучих веществ. Классификация средств измерения уровня. Основы правильного выбора средств измерения уровня.
29. Радарные уровнемеры. Принцип действия. Область применения и погрешности приборов.
30. Волноводные уровнемеры. Виды зондов. Монтаж. Область применения и погрешности приборов.
31. Классификация средств измерения расхода. Единицы расхода. Принцип действия и устройство электромагнитных расходомеров.
32. Измерение расхода по методу переменного перепада давлений. Достоинства и недостатки метода. Уравнения расхода. Альтернативные средства измерения расхода по методу ППД.
33. Бесконтактное измерение расхода. Средства, достоинства и недостатки способа.
34. Теплосчетчики и тепловычислители на базе вихревых и вихреакустических расходомеров.
35. Анализ состава газовых смесей в теплоэнергетике. Классификация устройств. Анализаторы кислорода. Сфера применения и принцип действия приборов. (см. анализ в папке для ЭСТ)
36. Понятие, цели, функции и структура АСУ ТП.
37. Основные понятия теории управления. Термин объект управления. Параметры и переменные объекта управления.
38. Динамические характеристики и свойства объекта управления.
39. Состав технических устройств (по функциональному признаку) АСУ ТП, Состав программно – технического комплекса АСУ ТП.
40. Виды декомпозиций АСУ ТП. Централизованные, распределенные АСУ ТП. Понятие стабилизирующей, оптимальной и адаптивной системы управления.
41. Понятие локальной системы автоматизации. Назначение и состав системы.
42. Автоматическое регулирование. Виды АСР.
43. Понятие автоматического регулятора. Функциональная схема регулятора. Классификация регуляторов.
44. Понятие закона регулирования. Типовые законы регулирования. Назначение основное уравнение.
45. Показатели качества регулирования. Устойчивость АСР.
46. АСР с усложненной структурой. Виды. Назначение.
47. Регулирование основных технологических параметров. Регулирование расхода.
48. Регулирование основных технологических параметров. Регулирование уровня.
49. Регулирование основных технологических параметров. Регулирование давления.
50. Регулирование основных технологических параметров. Регулирование температуры.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки,	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.	
--	--	---	--

## 7 Основная учебная литература

1. Сажин С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред : учебное пособие / С. Г. Сажин, 2012. - 431.
2. Сажин С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" (химико-технологическая, агропромышленная отрасли) / С. Г. Сажин, 2014. - 360.
3. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия [Электронный ресурс] : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. М. Лифиц, 2024. - 463.
4. Половнева С. И. Анализаторы состава и качества : учебное пособие / С. И. Половнева, В. В. Елшин, А. М. Захаров, 2014. - 124.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Николаева М. А. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия [Электронный ресурс] : учебник / М. А. Николаева, Л. В. Карташова, 2020. - 297.
2. Плетнев Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в (энергетика)" ... / Г. П. Плетнев, 2007. - 351.
3. Плетнев Геннадий Пантелеймонович. Автоматизированные системы управления объектами тепловых электростанций : учеб. для вузов по направлению "Автоматизация и упр. " и спец. "Автоматизация технол. процессов и пр-в" / Геннадий Пантелеймонович Плетнев, 1995. - 351.
4. Проектирование, монтаж и эксплуатация автоматизированных систем управления теплоэнергетическими процессами : учеб. для вузов по направлению "Автоматизация и упр. " и специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в" / Под ред. Г. П. Плетнева, 1995. - 314.
5. Тартаковский Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерения : учеб. для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов, 2002. - 201.
6. Половнева С. И. Анализаторы состава и качества : электронный курс / С. И. Половнева, 2020

## 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010 от ООО "Азон"
2. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Стенд учебный по вторичной и функциональной аппаратуре СУВФ
2. Метран100-датчик давления+метран681-HART
3. 311035 Сигнализатор уровня
4. Стенд проверки тепловычислителя ВзлетТСПВ-043
5. Стенд по исследованию метрологических характеристик преобразователей расхода
6. Стенд метрологический поверки датчиков давления
7. Рабочее место энергоаудитора
8. Стенд по исследованию метрологических характеристик датчиков уровня
9. Магазин сопротивлений Р-33
10. Стенд учебный по электро-пневмоавтоматике FESTO
11. Стенд учебный по пневмоавтоматике FESTO
12. Компьютер Intel i3/Mb ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
13. доска учебная
14. Проектор Beng MS630ST DLP 3200Lm(800x600) 13000:1ресурс