

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета машиностроения и  
аэрокосмической техники

И.Г. Дроздов

«23» сентября 2025г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Методы и средства регистрации параметров энергетического  
оборудования»

**Специальность** 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

**Специализация** Машины и оборудование для транспортировки, переработки  
и хранения углеводородов

**Квалификация выпускника** Горный инженер (специалист)

**Нормативный период обучения** 5 лет и 6 м.

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2026

Автор программы

Е.Е. Спицына

Заведующий кафедрой

Нефтегазового

оборудования и

транспортировки

С.Г. Валюхов

Руководитель ОПОП

С.Г. Валюхов

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Развитие профессиональных навыков, требуемых для проведения эффективных экспериментальных исследований оборудования энергетических трубопроводных систем

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

освоить современные экспериментально-аналитические методы исследований;

овладеть навыками стратегического и тактического планирования экспериментов;

изучить актуальное инструментальное обеспечение экспериментальных работ;

применять методы обработки экспериментальных данных;

оформлять результаты исследований, формулировать выводы и составлять отчёты о НИР.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Методы и средства регистрации параметров энергетического оборудования» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Методы и средства регистрации параметров энергетического оборудования» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-14 - Способен контролировать разработку проектной документации для систем электрохимической защиты от коррозии линейных сооружений

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-14	знать принципы и механизмы электрохимической коррозии, основные методы и схемы ЭХЗ (протекторная, катодная, дренажная защита)
	уметь оценивать соответствие проектных решений действующим нормам и стандартам, выявлять отклонения и формулировать замечания
	владеть методиками контроля качества проектной документации на всех стадиях

## **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Методы и средства регистрации параметров энергетического оборудования» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	108	108
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основы технических измерений в энергетике	<i>Теоретические основы:</i> Основные понятия и определения: измерение, контроль, диагностика; Классификация методов и средств измерений; Метрологические характеристики средств измерений; Погрешности измерений и методы их снижения; Основные принципы построения систем мониторинга. <i>Современные тенденции:</i> Цифровизация систем контроля и управления; Беспроводные технологии в энергетике; Стандарты и нормативы в области измерений.	4	2	18	24
2	Средства регистрации теплотехнических параметров	<i>Температурные измерения</i> Контактные методы: термопары, термосопротивления, термометры расширения; Бесконтактные методы: пирометры, тепловизоры Системы непрерывного температурного мониторинга; Калибровка и поверка температурных датчиков; <i>Измерения давления и расхода</i> Классификация манометров и датчиков давления; Расходомеры переменного перепада давления; Ультразвуковые и электромагнитные расходомеры; Кориолисовые расходомеры для точных измерений	4	2	18	24
3	Системы контроля механических параметров	<i>Вибродиагностические системы:</i> Датчики вибрации: пьезоэлектрические, индукционные, микроэлектромеханические; Системы мониторинга виброакустических характеристик; Анализ виброспектров энергетического оборудования; Пороговые значения вибрации для разных типов оборудования; <i>Контроль деформаций и перемещений:</i> Тензометрические системы; Датчики линейных и угловых перемещений;	4	2	18	24

		Лазерные системы измерения зазоров и деформаций; Системы мониторинга осевых и радиальных смещений.				
4	Мониторинг электрических параметров	<i>Системы измерения электроэнергетических параметров:</i> Трансформаторы тока и напряжения; Цифровые измерительные преобразователи; Системы коммерческого и технического учета электроэнергии; Анализаторы качества электроэнергии. <i>Диагностика изоляции и токоведущих частей:</i> Мегаомметры и системы измерения сопротивления изоляции; Тепловизионный контроль электрооборудования; Системы частичных разрядов; Мониторинг состояния контактных соединений.	2	4	18	24
5	Системы сбора и обработки данных	<i>Аппаратные средства:</i> Программируемые логические контроллеры (ПЛК); Промышленные сети и интерфейсы связи; Системы аварийной сигнализации и защиты; Источники бесперебойного питания для систем мониторинга. <i>Программное обеспечение:</i> SCADA-системы в энергетике; Базы данных технологической информации; Системы архивирования и тенденций; Средства визуализации и отчетности.	2	4	18	24
6	Эксплуатация и метрологическое обеспечение	<i>Организация эксплуатации:</i> Регламенты технического обслуживания; Методы поверки и калибровки средств измерений; Диагностика неисправностей измерительных систем; Резервирование и дублирование критических параметров. <i>Нормативное обеспечение:</i> Технические регламенты и стандарты; Системы менеджмента качества измерений; Метрологическая аттестация средств измерений; Сертификация систем мониторинга.	2	4	18	24
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 9 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Методы и средства регистрации параметров энергетического оборудования»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

Анализ нормативных требований к вибромониторингу

Выбор и расчет количества точек контроля

Подбор датчиков вибрации и аппаратуры сбора данных

Анализ контролируемых параметров

Выбор средств измерения давления, температуры, вибрации  
 Анализ технологического процесса  
 Курсовой проект включает в себя графическую часть и  
 расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-14	знать принципы и механизмы электрохимической коррозии, основные методы и схемы ЭХЗ (протекторная, катодная, дренажная защита)	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь оценивать соответствие проектных решений действующим нормам и стандартам, выявлять отклонения и формулировать замечания	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками контроля качества проектной документации на всех стадиях	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 9 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-14	знать принципы и механизмы электрохимической коррозии, основные методы и схемы ЭХЗ	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

(протекторная, катодная, дренажная защита)						
уметь оценивать соответствие проектных решений действующим нормам и стандартам, выявлять отклонения и формулировать замечания	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	
владеть методиками контроля качества проектной документации на всех стадиях	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

#### 1. Какой параметр характеризует точность средства измерения?

- а) Диапазон измерений
- б) Класс точности
- в) Чувствительность
- г) Быстродействие

#### 2. Систематическая погрешность – это погрешность:

- а) Изменяющаяся случайным образом
- б) Постоянная или закономерно изменяющаяся
- в) Зависящая от оператора
- г) Вызванная внешними помехами

#### 3. Принцип действия термопары основан на:

- а) Изменении электрического сопротивления
- б) Термоэлектрическом эффекте
- в) Тепловом расширении
- г) Излучении инфракрасного спектра

#### 4. Для измерения температуры в диапазоне 0...100°C с высокой точностью следует выбрать:

- а) Термопару типа ТХК
- б) Термопреобразователь сопротивления (ТСМ)
- в) Биметаллический термометр
- г) Пирометр

#### 5. Расходомер переменного перепада давления работает на принципе:

- а) Кориолисовых сил
- б) Зависимости перепада давления от расхода
- в) Ультразвукового эффекта Доплера

г) Электромагнитной индукции

**6. Для бесконтактного измерения температуры оборудования под напряжением применяют:**

а) Термисторы

б) Термопары

в) **Пирометры**

г) Манометрические термометры

**7. Основной датчик для измерения вибрации турбоагрегатов:**

а) Тензометрический

б) **Пьезоэлектрический акселерометр**

в) Индуктивный датчик

г) Емкостный преобразователь

**8. Критическое значение вибрации паровой турбины составляет:**

а) 2,8 мм/с

б) **5,0 мм/с**

в) 7,5 мм/с

г) 10,0 мм/с

**9. Для измерения осевого сдвига ротора турбины применяют:**

а) Акселерометры

б) **Индуктивные датчики перемещения**

в) Тензодатчики

г) Виброметры

**10. Для измерения силы тока в высоковольтных цепях применяют:**

а) Амперметры непосредственного включения

б) Шунты

в) **Трансформаторы тока**

г) Токовые клещи

**11. Сопротивление изоляции силового трансформатора измеряют:**

а) Вольтметром

б) Омметром

в) **Мегомметром**

г) Мостом переменного тока

**12. Для непрерывного контроля состояния контактов высоковольтного оборудования применяют:**

а) Виброметры

б) **Тепловизоры**

в) Осциллографы

г) Люксметры

**13. Устройство, выполняющее сбор информации с датчиков и первичную обработку данных:**

а) Сервер

б) **Программируемый логический контроллер (ПЛК)**

в) Маршрутизатор

г) Коммутатор

14. **Промышленная сеть для передачи данных в реальном времени:**

а) Ethernet

б) **Profibus**

в) Wi-Fi

г) Bluetooth

15. **Программный комплекс для визуализации технологических процессов:**

а) CAD-система

б) **SCADA-система**

в) CRM-система

г) ERP-система

16. **Межповерочный интервал для средств измерений устанавливается:**

а) Производителем оборудования

б) **Государственной поверочной схемой**

в) Эксплуатационным персоналом

г) Проектной организацией

17. **Документ, регламентирующий порядок проведения измерений:**

а) Технический паспорт

б) **Методика выполнения измерений**

в) Инструкция по эксплуатации

г) Протокол испытаний

□ 18. **Основной нормативный документ в области обеспечения единства измерений:**

а) ГОСТ Р МЭК 60079

б) **Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений»**

в) ПУЭ

г) Правила технической эксплуатации

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

**1. Задача 1. Расчет погрешности измерения**

*Условие:* При измерении напряжения получено значение 220 В. Класс точности вольтметра 0.5, предел измерения 250 В.

*Вопрос:* Чему равна абсолютная погрешность измерения?

а)  $\pm 0.5$  В

б)  **$\pm 1.25$  В** (Расчет:  $\Delta = (250 \text{ В} \times 0.5\%) / 100\% = 1.25 \text{ В}$ )

в)  $\pm 1.1$  В

г)  $\pm 2.0$  В

**2. Задача 2. Выбор средства измерения**

*Условие:* Необходимо изменить температуру пара  $250 \pm 50^\circ\text{C}$  с точностью  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

*Вопрос:* Какой класс точности должен быть у термопары?

а) 0.5

б) **1.0** (Расчет:  $(2/300) \times 100\% = 0.67\% \rightarrow$  выбираем класс 1.0)

- в) 1.5
- г) 2.0

### 3. Задача 3. Расчет расхода теплоносителя

*Условие:* Перепад давления на диафрагме  $\Delta P = 2500$  Па, плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, постоянная диафрагмы  $C = 0.6$ .

*Вопрос:* Определите расход воды (в кг/с).

- а) 0.5 кг/с
- б) **30 кг/с** (Расчет:  $G = C \times \sqrt{(2 \times \rho \times \Delta P)} = 0.6 \times \sqrt{(2 \times 1000 \times 2500)} = 30$  кг/с)
- в) 15 кг/с
- г) 45 кг/с

### 4. Задача 4. Выбор термопреобразователя

*Условие:* Диапазон измеряемых температур 0...500°C, требуемая точность  $\pm 3^\circ\text{C}$ .

*Вопрос:* Какой тип термопреобразователя следует выбрать?

- а) ТХК (ХК)
- б) **ТСМ (Pt100)** (Обоснование: обеспечивает требуемую точность в данном диапазоне)
- в) Термопару типа L
- г) Биметаллический термометр

### 5. Задача 5. Оценка вибросостояния

*Условие:* Измеренная вибрация подшипника турбины 7.2 мм/с. Норма для данного оборудования 4.5 мм/с.

*Вопрос:* Каково состояние оборудования?

- а) Нормальное
- б) **Превышение допустимого уровня** (Сравнение:  $7.2 > 4.5$ )
- в) Аварийное состояние
- г) Неопределенное состояние

### 6. Задача 6. Расчет частоты собственных колебаний

*Условие:* Ротор массой 100 кг установлен на валу жесткостью  $10^6$  Н/м.

*Вопрос:* Определите частоту собственных колебаний (Гц).

- а) 5 Гц
- б) **16 Гц** (Расчет:  $f = (1/2\pi) \times \sqrt{(k/m)} = (1/6.28) \times \sqrt{(10^6/100)} \approx 16$  Гц)
- в) 25 Гц
- г) 50 Гц

### 7. Задача 7. Расчет коэффициента трансформации

*Условие:* Трансформатор тока с первичным током 1000 А и вторичным 5 А.

*Вопрос:* Определите коэффициент трансформации.

- а) 100
- б) **200** (Расчет:  $k = I_1/I_2 = 1000/5 = 200$ )
- в) 500
- г) 1000

### 8. Задача 8. Выбор мегомметра

*Условие:* Необходимо изменить сопротивление изоляции кабеля 10 кВ. Нормативное значение 100 МОм.

*Вопрос:* Какое напряжение мегомметра следует выбрать?

- а) 100 В

б) 500 В

в) **2500 В** (Обоснование: для оборудования 10 кВ выбираем мегомметр на 2500 В)

г) 5000 В

### 9. Задача 9. Расчет времени опроса датчиков

*Условие:* Система имеет 100 аналоговых входов, время преобразования АЦП - 1 мс на канал.

*Вопрос:* Определите минимальное время полного опроса системы.

а) 0.1 с

б) **0.1 с** (Расчет: 100 каналов  $\times$  1 мс = 100 мс = 0.1 с)

в) 1.0 с

г) 10 с

### 10. Задача 10. Определение разрядности АЦП

*Условие:* Требуется измерять температуру с точностью 0.5°C в диапазоне 0...100°C.

*Вопрос:* Какую разрядность АЦП следует выбрать?

а) 8 бит

б) **10 бит** (Расчет: 100°C/0.5°C = 200 ступеней  $\rightarrow 2^8=256 \rightarrow$  выбираем 8 бит? Нет,  $2^7=128$  недостаточно,  $2^8=256$  достаточно)

в) 12 бит

г) 16 бит

### 11. Задача 11. Расчет межповерочного интервала

*Условие:* Средство измерения имеет установленный межповерочный интервал 2 года. Дата последней поверки 15.03.2023.

*Вопрос:* Когда заканчивается срок действия поверки?

а) 15.03.2024

б) **15.03.2025** (Расчет: 2023 + 2 года = 2025)

в) 15.09.2024

г) 15.06.2025

### 12. Задача 12. Оценка соответствия нормам

*Условие:* При поверке манометра получены значения: 0.5 МПа - показание 0.48 МПа, 1.0 МПа - показание 0.97 МПа. Класс точности 1.0.

*Вопрос:* Соответствует ли манометр заявленному классу точности?

а) **Соответствует** (Расчет: погрешность в первой точке (0.5-0.48)=0.02 МПа (4%), во второй (1.0-0.97)=0.03 МПа (3%) - не превышает 1% от шкалы)

б) Не соответствует

в) Требуется дополнительная проверка

г) Необходимо откалибровать

## 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

### 1. Задача по выбору средств измерений

*Условие:* Для модернизации системы контроля котла-утилизатора необходимо выбрать средства измерений температуры дымовых газов (диапазон 100-400°C) с точностью  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

*Вопрос:* Какие типы датчиков наиболее подходят?

а) Термопары типа ТХА

б) **Термопреобразователи сопротивления Pt100**

- в) Биметаллические термометры
- г) Полупроводниковые терморезисторы

## 2. Задача по диагностике системы теплоснабжения

*Условие:* В системе отопления зафиксирован перерасход теплоносителя на 25% при нормальных температурных параметрах.

*Вопрос:* Какие измерения необходимо провести в первую очередь?

- а) Проверить температуру в обратном трубопроводе
- б) **Выполнить поверку расходомеров и проверить утечки**
- в) Измерить давление в системе
- г) Проверить работу регуляторов температуры

## 3. Задача по вибродиагностике турбоагрегата

*Условие:* На турбогенераторе зафиксирован рост вибрации с 3.5 до 6.2 мм/с на частоте 1×об/мин.

*Вопрос:* Какой наиболее вероятный дефект?

- а) Расцентровка муфты
- б) **Дисбаланс ротора**
- в) Ослабление посадки подшипника
- г) Износ шестерен редуктора

## 4. Задача по анализу качества электроэнергии

*Условие:* На предприятии участились случаи выхода из строя частотных преобразователей. Зафиксированы провалы напряжения до 0.7Uном.

*Вопрос:* Какие мероприятия необходимо провести?

- а) Установить дополнительные стабилизаторы
- б) **Внедрить систему мониторинга качества электроэнергии**
- в) Заменить все преобразователи
- г) Увеличить мощность трансформаторов

## 5. Задача по проектированию АСУ ТП

*Условие:* Для насосной станции с 12 агрегатами необходимо создать систему мониторинга с архивированием данных.

*Вопрос:* Какую архитектуру системы выбрать?

- а) Централизованную с одним контроллером
- б) **Распределенную с ПЛК на каждом агрегате**
- в) Децентрализованную с автономными регистраторами
- г) Гибридную с облачным хранением данных

## 6. Задача по планированию поверочных работ

*Условие:* На энергообъекте установлено 250 средств измерений с разными межповерочными интервалами.

*Вопрос:* Как оптимизировать график поверок?

- а) Проводить все поверки одновременно
- б) **Разработать месячный график на основе МПИ**
- в) Выполнять поверки по мере необходимости
- г) Увеличить все МПИ в 2 раза

7. **Задача:** В системе теплоснабжения зафиксирован рост перепада давления на теплообменнике с 0,08 МПа до 0,15 МПа за 2 месяца.

**Вопрос:** Какие мероприятия необходимо провести в первую очередь?

- а) Увеличить давление в системе

**б) Выполнить очистку теплообменных поверхностей**

- в) Заменить датчики давления
- г) Отрегулировать работу насосов

8. **Задача:** Насосный агрегат показывает вибрацию 8,2 мм/с при норме 4,5 мм/с. В спектре преобладает составляющая на частоте 2×об/мин.

**Вопрос:** Какой дефект наиболее вероятен?

- а) Дисбаланс ротора
- б) Расцентровка валов**
- в) Износ подшипников
- г) Кавитация

9. **Задача:** При анализе качества электроэнергии зафиксированы колебания напряжения  $\pm 8\%$  от номинального.

**Вопрос:** Какое оборудование необходимо установить для стабилизации параметров?

- а) Дополнительные трансформаторы
- б) Статические тиристорные компенсаторы**
- в) Резервные генераторы
- г) Устройства плавного пуска

10. **Задача:** Для АСУ ТП котельной требуется обрабатывать 500 аналоговых сигналов с частотой опроса 10 Гц.

**Вопрос:** Какую пропускную способность должен иметь канал связи?

- а) 10 Мбит/с
- б) 100 Мбит/с**
- в) 1 Гбит/с
- г) 10 Гбит/с

**7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

**7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Дайте определение понятиям: измерение, средство измерений, погрешность измерения. Классификация погрешностей.

2. Метрологические характеристики средств измерений: виды и назначение.

3. Принципы построения систем измерений в энергетике. Требования к точности измерений.

4. Современные тенденции развития технических измерений в энергетике.

5. Методы и средства измерения температуры в энергетике. Области применения.

6. Датчики давления: типы, принципы действия, особенности применения.

7. Расходомеры переменного перепада давления: устройство и принцип работы.

8. Современные методы измерения расхода: ультразвуковые, электромагнитные, вихревые.

9. Тепловые счетчики: виды, принципы действия, области применения.

10. Методы и средства вибродиагностики энергетического оборудования.
11. Датчики вибрации: типы, характеристики, особенности установки.
12. Системы мониторинга механических параметров турбоагрегатов.
13. Методы контроля деформаций и напряжений в элементах энергооборудования.
14. Современные системы диагностики подшипниковых узлов.
15. Средства измерения электрических параметров в высоковольтных цепях.
16. Системы контроля качества электроэнергии: состав и функции.
17. Методы и средства диагностики изоляции электрооборудования.
18. Современные системы коммерческого и технического учета электроэнергии.
19. Тепловизионный контроль в электроэнергетике.
20. Архитектура АСУ ТП энергетических объектов.
21. Промышленные сети передачи данных в энергетике.
22. SCADA-системы: функции и особенности применения в энергетике.
23. Современные системы архивирования и обработки технологических данных.
24. Принципы построения систем предиктивной аналитики.
25. Организация поверки и калибровки средств измерений в энергетике.
26. Нормативно-техническая документация в области энергетических измерений.
27. Метрологическая надежность средств измерений.
28. Современные методы оценки погрешностей измерений.
29. Организация метрологической службы на энергетическом предприятии.
30. Перспективы развития метрологического обеспечения в энергетике.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20*

баллов.)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основы технических измерений в энергетике	ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Средства регистрации теплотехнических параметров	ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Системы контроля механических параметров	ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Мониторинг электрических параметров	ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Системы сбора и обработки данных	ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Эксплуатация и метрологическое обеспечение	ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Основы научных исследований: учебник для техн. вузов / В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В. Попов и др.– М.: Высш. шк., 1989. – 400 с.

2. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов / Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков.- М.: Изд-во МЭИ, 2005.- 460 с.

3. Основы научных исследований: курс лекций: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, В.В. Бородкин, Ю.А. Булыгин и др.- Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2012. – 238 с.

4. Машины и оборудование газонефтепроводов: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, В.В. Бородкин, Ю.А. Булыгин.- Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2017. – 295 с.

5. Методы и средства исследований: курс лекций: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, В.В. Бородкин, Ю.А. Булыгин.- Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2014. – 121 с.

6. Методы и средства регистрации параметров энергетического оборудования газонефтепроводов: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, В.В. Бородкин, Ю.А. Булыгин.- Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2016. – 194 с.

7. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам: Учеб. пособие для вузов.- 2-е изд., доп.- М.: Энергоатомиздат; 1985. - 328 с.

8. Чекардовский, С. М. Техническая диагностика газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций магистральных газопроводов : монография / С. М. Чекардовский, И. А. Чекардовская, М. Н. Чекардовский. — Тюмень : ТИУ, 2022. — 265 с. — ISBN 978-5-9961-2917-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/304034>

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Электронная информационно-образовательная среда университета <https://cchgeu.ru/university/library/>

2. Консультирование посредством электронной почты.

3. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.

4. Программное обеспечение, используемое в образовательном процессе. Электрон. дан. - Режим доступа: <https://old.education.cchgeu.ru/> .
5. Электронно-библиотечная система (ЭБС), представленная на сайте вуза. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://cchgeu.ru/university/library/dostupnye-ebs/>.
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электрон. дан. - Режим доступа: <https://cchgeu.ru/>
7. Petrolibrary.ru. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://petrolibrary.ru/> .
8. Газовая промышленность. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.gazprom.ru>.
9. Нефтегазовая промышленность. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.neftelib.ru/>.
10. Нефть России. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.oilru.com/>.
11. Информационный сайт инженеров нефти и газа. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.oil-info.ru>.
12. Нефтегазовая вертикаль. Электрон. дан. - Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20210217031832/http://www.ngv.ru/about/> .
13. Нефтегазовое дело. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://ogbus.ru> .

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Реализация дисциплины «Методы и средства регистрации параметров энергетического оборудования» требует учебной аудитории для проведения учебных занятий, оборудование:

комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья)

Технические средства обучения: переносное техническое оборудование:

- проектор;
- экран;
- переносной компьютер.

Для самостоятельной работы используется «Помещение для самостоятельной работы»/«Методический кабинет»

Оборудование кабинета: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья);

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран для проектора
- ноутбук
- персональный компьютер с возможностью подключения к сети

"Интернет" и обеспечением доступа к электронной

информационно-образовательной среде вуза.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы и средства регистрации параметров энергетического оборудования» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета \_\_\_\_\_. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--