



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)**

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Кафедра «Тепловые двигатели»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию учебной дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации**

\_\_\_\_\_ **В.А. Шкаберин**

**«25» апреля 2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**Методы и средства измерения физических величин в энергетике**

*(наименование дисциплины)*

**13.03.03 «Энергетическое машиностроение»**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Профиль «Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов»**

*(направленность (профиль) образовательной программы)*

**бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавр**

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

**очная**

*(форма обучения)*

**Брянск 2022**

Рабочая программа учебной дисциплины  
**Методы и средства измерения физических величин в энергетике**

(наименование дисциплины)

**13.03.03 «Энергетическое машиностроение»**

(код и наименование специальности или направления подготовки)

**Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов**

(направленность (профиль) образовательной программы)

**Разработал:**

К.Т.Н., доц.

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Дмитриевский Е.В.

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
**Тепловые двигатели**

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

« 28 » марта 2022 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой

Д.Т.Н., доц.

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Обозов А.А.

(И.О. Фамилия)

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

**Промышленная энергетика**

(наименование выпускающей кафедры)

Д.Т.Н., доц.

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Анисин А.А.

(И.О. Фамилия)

**Промышленная электроника и электротехника**

(наименование выпускающей кафедры)

Д.Т.Н., доц.

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Пугачев А.А.

(И.О. Фамилия)

**Турбиностроение**

(наименование выпускающей кафедры)

К.Т.Н., доц.

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Осипов А.В.

(И.О. Фамилия)

**Трубопроводные транспортные системы**

(наименование выпускающей кафедры)

Д.Т.Н., доц.

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Шалыгин М.Г.

(И.О. Фамилия)

© Дмитриевский Е.В., 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА .....	6
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	9
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
5.1. Структура дисциплины .....	10
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	10
5.3. Лекции.....	11
5.4. Лабораторные работы.....	13
5.5. Практические занятия .....	13
5.6. Самостоятельная работа обучающихся.....	15
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	17
6. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	18
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	18
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	19
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	19
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	21
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	22
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	22
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	24
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	25

11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	25
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	28
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	30
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	30
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	31
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	34
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине .....	35
12.5. Характеристика результатов обучения .....	35
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	36
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	48

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Разработка, постановка на производство и эксплуатация энергетических машин требует выполнения большого количества разнообразных измерений. Перед специалистом встает задача правильного выбора метода и средства измерений, организации измерительного эксперимента, обработки и представления результатов измерений в соответствии с принципами метрологии.

Измерительная информация является основой для принятия технических решений при испытаниях продукции, оценке ее технического уровня, аттестации и сертификации качества. Поэтому знание современных правил, норм и требований в области измерений также обязательно для специалистов, осуществляющих функции управления и организации производства.

С развитием науки, техники и разработкой новых технологических приемов измерения охватывают все более широкий спектр физических величин, существенно расширяя диапазоны измерений и повышая их точность.

Результат любого измерения заслуживает внимания лишь при условии, что он сопровождается оценкой погрешности измерения, либо дополняется сведениями, позволяющими потребителю измерительной информации оценить точность измерения самостоятельно. С другой стороны, важно не только уметь выполнить измерение и оценить погрешность результата, но и спланировать и осуществить процедуру измерения так, чтобы обеспечить требуемую точность или свести неизбежную погрешность к минимуму.

Эксплуатация энергетических машин также требует строгого контроля технологических параметров. Усложнение технологических циклов с использованием энергетических машин привело к необходимости одновременного определения большого числа параметров и возрастанию роли динамических измерений.

Возрастает роль измерений не только на производстве, но и в научном эксперименте. Это в полной мере относится к широко применяющимся в энергетических машинах измерениям электрических и неэлектрических величин, так как они отличаются универсальностью, быстродействием, совместимостью с новыми техническими средствами на базе микропроцессорных технологий.

Автоматизация сложных производственных процессов неразрывно связана с применением информационно-измерительных систем, осуществляющих сбор, обработку, передачу, хранение и эффективное управление течением технологического процесса.

Однако само по себе знание метрологических правил и норм еще не дает гарантии успешной инженерной деятельности. Необходимо изучить и освоить методы измерений и основные принципы построения средств измерения физических величин. При этом на первое место следует поставить знание методов измерения.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** - дать студентам теоретические знания об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Это обусловлено тем, что именно методы измерений и физические принципы работы приборов являются постоянными компонентами, тогда как конкретные схемные решения и элементная база средств измерения непрерывно изменяются и совершенствуются.

**Задача освоения дисциплины** – научить студентов применять методы и средства измерения физических величин в энергетике, обеспечивать минимально возможные погрешности при анализе показателей энергетических машин, применять оптимальные по измерительным возможностям средства регистрации, исходя из взаимосвязи между параметрами энергетической машины.

Основные положения дисциплины сообщаются в лекционном материале. Лабораторные работы обеспечивают в значительной мере углубление и закрепление полученных знаний. Особенностью лабораторного практикума является его учебно-исследовательский характер. Каждая лабораторная работа выполняется как целенаправленное самостоятельное экспериментальное исследование, тем самым студент проходит весь цикл учебно-исследовательской работы от постановки задачи исследования, определения целей, до анализа полученных данных и выводов по работе.

Дисциплина «Методы и средства измерения физических величин в энергетике» имеет большое прикладное значение для освоения изучаемых дисциплин: «Конструирование ДВС», «Динамика двигателей», «Системы двигателей», «Агрегаты наддува», «Энергетические установки с ДВС», «Эксплуатация и сервисное обслуживание ДВС», а также для выполнения курсового и дипломного проектирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «Методы и средства измерения физических величин в энергетике УГСН2» Б1.О.18 относится к вариативной части обязательных дисциплин (блока Б1) рабочего учебного плана подготовки бакалавров по направлениям 13.03.01, 13.03.02, 13.03.03 - «Энергетическое машиностроение».

Знания, полученные в результате освоения настоящей дисциплины, необходимы при изучении последующих дисциплин учебного плана, всей программы подготовки по направлению «Энергетическое машиностроение» по профилям «Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов», «Паро- и газотурбинные установки и двигатели», «Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов», «Промышленная энергетика», «Промышленная электроника и электротехника» и выполнении выпускной квалификационной работы. Изучение настоящей дисциплины способствуют формированию у студента необхо-

димых профессиональных компетенций в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования подготовки бакалавров по направлению 13.03.03.

Дисциплина Б1.О.18 опирается на знание общетехнических дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Механика жидкости и газа», «Термодинамика и теплопередача», «Химия».

Подготавливаясь к будущей самостоятельной работе по профилю избранной специальности, студентам необходимо знать, что сегодня измерения пронизывают все сферы инженерного труда. С измерениями связана деятельность инженера-исследователя, инженера-конструктора и инженера-технолога.

Подготовка по следующим разделам указанных базовых дисциплин должна вестись на уровне знания:

1. Высшая математика: функции одного и нескольких переменных; элементы высшей и линейной алгебры, дифференциальное и интегральное исчисление, теория вероятностей и элементы математической статистики – методология организации статистического исследования и организация компьютерной обработки данных.

2. Физика: энергия как универсальная мера различных видов движения; работа силы и ее выражение; законы сохранения и превращения энергии; молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры.

3. Термодинамика и теплопередача: параметры газа, уравнение состояния; термодинамический метод исследования; первый закон термодинамики; второй закон термодинамики; истечение и сжатие газов; теория подобия, критерии подобия.

4. Метрология: установление единиц физических величин; методы и средства измерений; способы определения точности измерений; обеспечение единства измерений и единообразие средств измерений; установление эталонов и образцовых средств измерений.

5. Технические измерения в машиностроении: вопросы точности, взаимозаменяемости и стандартизации при технических измерениях; конструкции и области применения универсальных и специальных измерительных инструментов и приспособлений для выполнения контрольных операций; правила выбора контрольно-измерительных инструментов и приборов в зависимости от точности обработки и заданных требований.

6. Электроника: аналого-цифровое преобразование и обработка сигналов; современные цифровые устройства; микропроцессорная техника и особенности работы микроконтроллеров; принципы схемотехнических решений элементов и узлов электронной аппаратуры; физико-технологические основы процессов микроэлектроники; мониторинг за функционированием средств электроники; электронные средства сбора и обработки информации.

В результате изучения курса студент должен

**знать:**

- теоретические основы измерений, методы и средства обеспечения их единства и способы достижения требуемой точности;

- определение точности, взаимозаменяемости и стандартизации при технических измерениях;
- основы метрологии и средства измерительной техники;
- типы преобразователей и методологию измерения электрических и неэлектрических величин. Измерительные информационные системы

**уметь:**

- производить выбор датчиков и преобразователей для измерения электрических и неэлектрических параметров;
- классифицировать погрешности средств измерений, исключать систематические и случайные погрешности;
- рассчитывать диафрагмы и сопла для измерения расходов жидкостей и газов;
- проводить в лабораторных условиях экспериментальные исследования с применением средств измерений.

**иметь представление:**

- о принципах схемотехнических решений элементов и узлов электронной аппаратуры и измерительных информационных систем;
- о методологии организации статистического исследования и организации компьютерной обработки данных.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими компетенциями (табл. 1):

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<i>ОПК Общепрофессиональные компетенции</i>		
ОПК-1. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	<p>ИД-1<sub>ОПК-1</sub>. Алгоритмизирует решение задачи и реализует алгоритмы с помощью программных средств.</p> <p>ИД-2<sub>ОПК-1</sub>. Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации.</p> <p>ИД-3<sub>ОПК-1</sub>. Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-математический аппарат, необходимый при решении профессиональных задач</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования методов анализа и моделирования при решении профессиональных задач</li> </ul>



Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности.	ИД-1 <sub>ОПК-6</sub> . Демонстрирует знание единиц измерения физических величин, основных методов их измерения. ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> . Выполняет измерения физических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает погрешность. ИД-3 <sub>ОПК-6</sub> . Демонстрирует знание принципов действия средств измерения электрических и неэлектрических величин.	Знать: - единицы измерения физических величин, основных методов их измерения. Уметь: - выполнять измерения физических величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать погрешность. Владеть: - знанием принципов действия средств измерения электрических и неэлектрических величин.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 академических часа). Виды учебной нагрузки и распределение ее по семестрам приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.	
	Всего	Семестр
		4
<b>1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками,</b> в том числе:	<b>48</b>	<b>48</b>
1.1. Лекции	16	16
1.2. Лабораторные работы	16	16
1.3. Практические занятия	16	16
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>69</b>	<b>69</b>
<b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся,</b> в том числе:	<b>27</b>	<b>27</b>
3.1. Экзамен	11	11
3.2. Зачет	9	9
3.3. Зачет с оценкой		
3.4. Курсовая работа		
3.5. Расчетно-графическая работа		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в табл. 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 1. Основы метрологии и измерений	5	1	-	-	4
Тема 2. Погрешности измерений и их классификация	7	1	-	-	6
Тема 3. Средства измерительной техники	10	1	1	2	6
Тема 4. Измерение неэлектрических величин	13	1	2	4	6
Тема 5. Параметрические преобразователи	16	2	4	4	6
Тема 6. Генераторные преобразователи	9	1	-	-	8
Тема 7. Осциллографы	5	1	-	-	4
Тема 8. Измерение температуры	12	1	2	1	8
Тема 9. Измерение давления и разрежения	15	2	3	2	8
Тема 10. Измерение расходов жидкостей и газов	13	2	2	1	8
Тема 11. Измерение частоты вращения и времени	8	1	2	1	4
Тема 12. Измерение экологических параметров энергетических машин	6	1	-	-	5
Тема 13. Измерительные информационные системы	5	1	-	1	3
<b>Контроль</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>69</b>

### 5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины

Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины представлено в табл. 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам (темам) дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	
	ОПК-1	ОПК-6
Тема 1. Основы метрологии и измерений	+	
Тема 2. Погрешности измерений и их классификация		+
Тема 3. Средства измерительной техники	+	

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	
	ОПК-1	ОПК-6
Тема 4. Измерение неэлектрических величин	+	
Тема 5. Параметрические преобразователи		+
Тема 6. Генераторные преобразователи		+
Тема 7. Осциллографы		+
Тема 8. Измерение температуры	+	
Тема 9. Измерение давления и разрежения	+	
Тема 10. Измерение расходов жидкостей и газов	+	
Тема 11. Измерение частоты вращения и времени		+
Тема 12. Измерение экологических параметров энергетических машин		+
Тема 13. Измерительные информационные системы	+	

### 5.3. Лекции

В подразделе приводится перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость (табл. 5).

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 1. Основы метрологии и измерений	Основы метрологии и измерений.	Введение. Основные понятия и определения метрологии. Единицы физических величин. Методы измерений. Классификация средств измерения. Метрологические характеристики средств измерений.	1
Тема 2. Погрешности измерений и их классификация	Погрешности измерений и их классификация	Классификация погрешностей. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Обработка результатов измерений. Суммирование погрешностей. Формы записи результатов измерений.	1
Тема 3. Средства измерительной техники	Средства измерительной техники.	Меры, масштабные преобразователи. Электромеханические измерительные приборы. Электромеханические приборы с преобразователями. Измерительные мосты и компенсаторы. Аналоговые электронные измерительные приборы. Цифровые измерительные приборы.	1
Тема 4. Измерение	Измерение не-	Основные характеристики измери-	1

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
неэлектрических величин	электрических величин	тельных преобразователей. Схемы включения измерительных преобразователей. Динамические свойства измерительных преобразователей. Классификация измерительных преобразователей.	
Тема 5. Параметрические преобразователи	Параметрические преобразователи	Фотоэлектрические преобразователи. Емкостные преобразователи. Тепловые преобразователи. Реостатные преобразователи или датчики активного сопротивления. Тензорезисторные преобразователи. Индуктивные преобразователи. Измерение механических величин.	2
Тема 6. Генераторные преобразователи	Генераторные преобразователи	Пьезоэлектрические преобразователи. Индукционные преобразователи. Термоэлектрические преобразователи. Термоэлектрические пирометры.	1
Тема 7. Осциллографы	Осциллографы и их разновидности	Светолучевые осциллографы. Электронно-лучевые осциллографы. Цифровые осциллографы. Аналоговые осциллографы. Магнитографы.	1
Тема 8. Измерение температуры	Измерение температуры	Основные сведения о температуре. Средства измерения температуры. Стекланные жидкостные термометры. Манометрические термометры. Термоэлектрические термометры. Потенциометры. Термометры сопротивления. Измерительные мосты.	1
Тема 9. Измерение давления и разрежения	Измерение давления и разрежения	Единицы давления. Жидкостные приборы давления. Приборы давления с упругим чувствительным элементом. Электрические приборы давления. Манометры с тензопреобразователями (типа «Сапфир»). Дифференциальные манометры. Грузопоршневые манометры и прессы.	2
Тема 10. Измерение расходов жидкостей и газов	Измерение расходов жидкостей и газов	Типы приборов. Измерение расхода по перепаду давления в сужающем устройстве. Расходомеры постоянного перепада давления (ротаметры). Измерение расхода напорными трубками. Измерение расхода газовыми счетчиками. Электрические средства измерения расходов. Ультразвуковые расходомеры.	2
Тема 11. Измерение частоты вращения	Измерение частоты вращения	Общие сведения. Центробежные тахометры. Электрические тахометры.	1

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
и времени	и времени	Магнитоиндукционные тахометры. Электронные (импульсные) тахометры. Стробоскопические тахометры. Тахоскопы и тахографы. Суммарные счетчики числа оборотов. Измерение времени.	
Тема 12. Измерение экологических параметров энергетических машин	Измерение экологических параметров энергетических машин	Газоотборные устройства. Газоанализаторы. Измерение дымности и токсичности. Аппаратура для измерения шума и вибраций.	1
Тема 13. Измерительные информационные системы	Измерительные информационные системы	Основные термины и определения. Назначение измерительных информационных систем. Виды и структуры измерительных информационных систем. Основные компоненты измерительных информационных систем. Системы автоматического контроля и диагностики. Интерфейсы информационно-измерительных систем.	1
<b>Итого</b>			<b>16</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

Перечень лабораторных работ, их содержание и трудоемкость приведены в табл. 6.

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
Тема 3 Тема 4 Тема 11	Измерение частоты вращения вала методом стробоскобирования	6
Тема 5	Освоение тензометрической аппаратуры и методики определения постоянной тензорезисторов.	4
Тема 8 Тема 9 Тема 10	Измерение температуры и расходных характеристик рабочей среды при испытании двигателя 6ЧН 12/14.	4
Тема 13	Изучение компьютеризированной измерительной системы для индицирования поршневых двигателей внутреннего сгорания.	2
<b>Итого</b>	—	<b>16</b>

#### 5.5. Практические занятия

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость приводятся в таблице 7.

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 3. Средства измерительной техники	Меры и измерительные приборы	Меры, масштабные преобразователи. Электромеханические измерительные приборы. Электромеханические приборы с преобразователями. Измерительные мосты и компенсаторы. Аналоговые электронные измерительные приборы. Цифровые измерительные приборы.	2
Тема 4. Измерение неэлектрических величин	Измерительные преобразователи неэлектрических величин	Основные характеристики измерительных преобразователей. Схемы включения измерительных преобразователей. Динамические свойства измерительных преобразователей. Классификация измерительных преобразователей.	4
Тема 5. Параметрические преобразователи	Преобразователи параметрических величин	Фотоэлектрические преобразователи. Емкостные преобразователи. Тепловые преобразователи. Реостатные преобразователи или датчики активного сопротивления. Тензорезисторные преобразователи. Индуктивные преобразователи. Измерение механических величин.	4
Тема 8. Измерение температуры	Термометры и их модификации	Средства измерения температуры. Стеклянные жидкостные термометры. Манометрические термометры. Термоэлектрические термометры. Потенциометры. Термометры сопротивления. Измерительные мосты.	1
Тема 9. Измерение давления и разрежения	Манометры и их модификации	Единицы давления. Жидкостные приборы давления. Приборы давления с упругим чувствительным элементом. Электрические приборы давления. Манометры с тензопреобразователями (типа «Сапфир»). Дифференциальные манометры. Грузопоршневые манометры и прессы.	2
Тема 10. Измерение расходов жидкостей и газов	Расходомеры и их модификации	Измерение расхода по перепаду давления в сужающем устройстве. Расходомеры постоянного перепада давления (ротаметры). Измерение расхода напорными трубками. Измерение расхода	1

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
		газовыми счетчиками. Электрические средства измерения расходов. Ультразвуковые расходомеры.	
Тема 11. Измерение частоты вращения и времени	Приборы для измерения частоты вращения и времени	Центробежные тахометры. Электрические тахометры. Магнитоиндукционные тахометры. Электронные (импульсные) тахометры. Стробоскопические тахометры. Тахоскопы и тахографы. Суммарные счетчики числа оборотов. Измерение времени.	1
Тема 13. Измерительные информационные системы	Структура измерительной информационной системы	Изучение структуры компьютеризированной измерительной системы для индицирования поршневых двигателей внутреннего сгорания.	1
<b>Итого</b>			<b>16</b>

Содержание лекций, лабораторных работ и практических занятий, задания для самостоятельной работы, список литературы представлены в форме комплекта учебно-методических материалов, который размещен в соответствующем разделе электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>).

### 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Самостоятельная работа студентов является важнейшим видом обучения, закладывает основы прочных знаний и дает практические навыки, необходимые для будущей самостоятельной работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 5. Параметрические преобразователи	1. Фотоэлектрические преобразователи. 2. Электростатические преобразователи. 3. Магнитоупругие преобразователи. 4. Индуктивные преобразователи.
Тема 12. Измерение экологических параметров энергетических машин	1. Влияние энергетических машин на загрязнение атмосферы. 2. Газоотборные устройства и газоанализаторы. 3. Аппаратура для измерения шума и вибрации.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогического работника. Для решения поставленных задач может использоваться дополнительная литература и источники в информационно-коммуникационной

сети «Интернет». Для закрепления пройденного материала педагогическим работником могут выдаваться домашние задания.

В табл. 9 указаны виды самостоятельной работы, выполняемые обучающимися при изучении соответствующих тем дисциплины.

Таблица 9 – Виды самостоятельной работы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
Тема 1. Основы метрологии и измерений	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 2. Погрешности измерений и их классификация	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 3. Средства измерительной техники	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 4. Измерение неэлектрических величин	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 5. Параметрические преобразователи	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 6. Генераторные преобразователи	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 7. Осциллографы	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 8. Измерение температуры	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 9. Измерение давления и разрежения	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 10. Измерение расходов жидкостей и газов	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 11. Измерение частоты вращения и времени	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 12. Измерение экологических параметров энергетических машин	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.
Тема 13. Измерительные информационные системы	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы, выполнение реферата, подготовка к зачету и экзамену.

Примеры индивидуального задания с целью демонстрации сложности и объема предстоящей работы приводятся в табл. 10.



Таблица 10 – Пример индивидуального задания для самостоятельной работы

Тема	Задание	Содержание задания
Тема 5. Параметрические преобразователи.	Провести измерение напряжений в измерительной балочке по показаниям тензорезисторов	Выполнить измерение показаний измерительной тензостанции при нагружении балочки с тензорезисторами. Построить для исследованных тензорезисторов зависимость напряжений в балочке от показаний тензостанции при изменении нагрузки балочки

Самостоятельная работа включает следующие виды: изучение теоретического материала по рекомендуемой основной и дополнительной учебной литературе; подготовка к лекциям; выполнение расчетно-графической работы; написание реферата по предложенным вопросам; подготовка к зачету и экзамену.

Целью выполнения реферата является проверка усвоения студентами соответствующих разделов курса. Приступать к выполнению реферата следует после изучения необходимого рекомендуемого материала и выполнения лабораторных работ и практических занятий. При оформлении реферата необходимо использовать методические указания, офисные и графические компьютерные программы, приводить соответствующие расчетные формулы.

Студент подробно докладывает результаты выполнения заданных работ, делает выводы о проделанной работе и о соответствии полученных в расчетах характеристик исследования двигателя современному уровню двигателестроения.

Председателем комиссии по защите расчетно-графической работы и реферата должен быть лектор дисциплины.

### 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия	Опрос, экспресс-тестирование	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	Выполнение индивидуальных заданий	В течение семестра
Лабораторные работы	Опрос, защита лабораторной работы	На каждом занятии

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме:

- выполнения (защиты) реферата;
- выполнения практических и лабораторных работ;
- зачета;
- экзамена, проводимого в устной форме.

Аттестационное испытание может дополнительно включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютерного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

## **6. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (табл. 12).

Таблица 12 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Применяемые образовательные технологии</b>
Лекции	Проблемная лекция. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия. Лекция-исследование
Практические занятия	Репродуктивные, частично поисковые, исследовательские (поисковые) на основе: анализа конкретных ситуаций, обучающих игр, эвристической беседы, обсуждения сложных и дискуссионных вопросов и проблем
Самостоятельная работа обучающихся	Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям. Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к экзамену
Консультации	Управление процессом освоения учебной информации, применения знаний на практике, поиска новой учебной информации
Промежуточная аттестация обучающихся	Экзамен в устной форме по экзаменационным билетам

## **7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;

- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- краткий конспект лекций;
- методические указания по выполнению лабораторных работ;
- методические указания по выполнению практических работ;
- методические указания по курсовому проектированию;
- методические указания по выполнению курсовой работы;
- методические указания по выполнению расчетно-графической работы;
- учебные пособия для изучения курса;
- тестовые задания.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Методы и средства измерения физических величин в энергетике – автор Дмитриевский Е.В.»

Электронный курс предназначен для обеспечения доступа обучающихся ко всем необходимым учебно-методическим материалам, проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами по выполненной обучающимися самостоятельной работе.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Дмитриевский, Е.В. Физические методы и средства измерений, испытаний и контроля в энергетических машинах: учебное пособие/Е.В. Дмитриевский. – Брянск: БГТУ, 2013. – 260 с.
2. Дмитриевский, Е.В. Электронное управление двигателями внутреннего сгорания [Текст]+[Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Дмитриевский, А.А. Обозов, М.А. Новиков. – Брянск: БГТУ, 2018. – 195 с.
3. Дмитриевский, Е.В. Курсовое проектирование агрегатов газотурбинного наддува двигателей внутреннего сгорания [Текст]+[Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Дмитриевский, В.В. Рогалев. – Брянск: БГТУ, 2017. – 151 с.
4. Дмитриевский, Е.В. Физические методы и средства измерений, испытаний и контроля в энергетических машинах. Международная система единиц СИ (SI) [текст]+ [электронный ресурс]: методические указания к изучению дисциплины для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 13.03.03 – «Энергетическое машиностроение», профиль «**Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов**», «Паро- и газотурбинные установки и двигатели» [Текст]+[Электронный ресурс]: /Е.В. Дмитриевский. – Брянск: БГТУ, 2017. – 24 с.

5. Дмитриевский, Е.В. Физические методы и средства измерений, испытаний и контроля в энергетических машинах. Измерение параметров энергетической машины при проведении испытаний на стенде: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 13.03.03 – «Энергетическое машиностроение», профиль «**Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов**», «Паро- и газотурбинные установки и двигатели» [Текст]+ [Электронный ресурс]: / Е.В. Дмитриевский. – Брянск: БГТУ, 2017. – 15 с.

6. Дмитриевский, Е.В. Физические методы и средства измерений, испытаний и контроля в энергетических машинах. Изучение компьютеризированной измерительной системы для индицирования поршневых ДВС: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 13.03.03 – «Энергетическое машиностроение», профиль «Двигатели внутреннего сгорания», «Паро- и газотурбинные установки и двигатели» [Текст]+ [Электронный ресурс]: / Е.В. Дмитриевский, А.А. Обозов. – Брянск: БГТУ, 2017. – 16 с.

7. Дмитриевский, Е.В. Физические методы и средства измерений, испытаний и контроля в энергетических машинах. Освоение тензометрической аппаратуры и методики определения постоянной тензорезисторов: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 13.03.03 – «Энергетическое машиностроение», профиль «**Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов**», «Паро- и газотурбинные установки и двигатели» [Текст]+ [Электронный ресурс]: / Е.В. Дмитриевский, А.А. Зинуков. – Брянск: БГТУ, 2017. – 19 с.

8. Дмитриевский, Е.В. Физические методы и средства измерений, испытаний и контроля в энергетических машинах. Определение среднего индикаторного давления дизельного двигателя с помощью электронной системы на автоматизированном лабораторном стенде РПДД-ГНМ: методические указания к выполнению практической работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 13.03.03 – «Энергетическое машиностроение», 13.04.03 – «Энергетическое машиностроение» [Электронный ресурс]: / Е.В. Дмитриевский. – Брянск: БГТУ, 2018. – 11 с.

9. Дмитриевский, Е.В. Физические методы и средства измерений, испытаний и контроля в энергетических машинах. Изучение автономной электронной системы фирмы MAN B@W Diesel для измерения среднего индикаторного давления дизельного двигателя: методические указания к выполнению практической работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 13.03.03 – «Энергетическое машиностроение», 13.04.03 – «Энергетическое машиностроение». [Электронный ресурс]: / Е.В. Дмитриевский. – Брянск: БГТУ, 2018. – 40 с.

10. Дмитриевский, Е.В. Физические методы и средства измерений, испытаний и контроля в энергетических машинах. Стробоскопические приборы для определения частоты вращения валов энергетических машин: методические указания по выполнению практической работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 13.03.03 – «Энергетическое маши-

ностроение», 13.04.03 – «Энергетическое машиностроение» [Электронный ресурс]: / Е.В. Дмитриевский. – Брянск: БГТУ, 2018. – 10 с.

## **8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### *а) Основная литература.*

1. Евтихеев, Н.Н. Измерение электрических и неэлектрических величин: учеб. пособие для вузов./Н.Н. Евтихеев, Я.Н. Купершмидт, В.Ф. Папуловский, В.Н. Скугоров; под общ. ред. Н.Н. Евтихеева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
2. Казаченко, А.Н. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов / А.Н. Казаченко – М.: Нефть и газ, 1999. – 463 с.
3. Микушин, А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие / А.В. Микушин, А.М. Сажнев, В.И. Сединин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 832 с: ил.
4. Никифоров, А.В. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов, 4-е изд./ А.В. Никифоров. – М.: изд-во Высшая школа, 2007. – 510 с.
5. Орлов, А. И. Прикладная статистика. Учебник для вузов / А. И. Орлов.— М.: Экзамен, 2006. — 672 с.
6. Орлов, А. И. Теория принятия решений. Учебник для вузов / А. И. Орлов. — М.: Экзамен, 2006. — 576 с.
7. Плотников, В.М. Приборы и средства учета природного газа и конденсата. / В.М. Плотников. – Л.: Недра, 1980. – 183 с.
8. Покровский, Б.С. Технические измерения в машиностроении: учеб. пособие для вузов /Б.С. Покровский, Н.А. Евстигнеев. – М.: Академия, 2007. – 80 с.
9. Раннев, Г.Г. Методы и средства измерений: учебник для вузов / Г.Г.Раннев, А.П. Тарасенко. – Москва: Академия, 2004. – 336 с.
10. Скубилин, М.Д. Электронная техника: производство и применение / М.Д. Скубилин, В.В. Поляков, Б.Г. Спиридонов. – Таганрог, ТТИ ЮФУ, 2010. – 320 с.
11. Таланов, В.Д. Технологические измерения и приборы. / В.Д. Таланов, А.Е. Кочетков, Д.Б. Силуянов, М.Ю. Опарин; под ред. А.С. Ключева. – М.: фирма «Испо-Сервис», 2002. – 209 с.
12. Фарафонов, М.Ф. Испытания ДВС. Установки и приборы: учебное пособие. / М.Ф. Фарафонов. – Челябинск: ЧГТУ, 1995. – 156 с.

### *б) Дополнительная литература.*

1. Алемасов, В.Е. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках/ В.Е. Алемасов [и др]. – Москва: Химия, 2000. – 520 с.

2. Лобов, Н.В. Моделирование рабочего процесса в двухтактном одноцилиндровом двигателе внутреннего сгорания/ Н.В. Лобов. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2003. – 81 с.

3. Рогалев, В.В. Управляемый рабочий процесс в двигателях внутреннего сгорания. [Текст] + [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Рогалев: – Брянск: БГТУ, 2004. – 148 с.

4. Рогалев, В.В. Автомобильные двигатели на водороде. [Текст] + [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Рогалев: – Брянск: БГТУ, 2006. – 135 с.

5. Рогалев, В.В. Агрегаты наддува. [Текст] + [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Рогалев, А.М. Дроконов, А.А. Зинуков. – Брянск: БГТУ, 2008. – 198 с.

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины**

1. Электронная библиотека БГТУ. – Режим доступа: <http://www.tu-bryansk.ru/content/biblioteka/index>.

2. Электронно-библиотечная система «Универсальная библиотека online». – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.

3. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).

4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).

5. Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).

6. Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).

7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (<http://school-collection.edu.ru>).

8. Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

### **8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем**

1. Система дистанционного обучения «Moodle».

2. Комплект систем справочной правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Программа теплового расчета бензинового двигателя, разработанная на кафедре «Тепловые двигатели».

4. Программа теплового расчета четырехтактного дизеля, разработанная на кафедре «Тепловые двигатели».

5. Программа теплового расчета двухтактного судового малооборотного дизеля, разработанная на кафедре «Тепловые двигатели».

6. Программа расчета теплового баланса двигателя, разработанная на кафедре «Тепловые двигатели».

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*Перечень используемых специализированных аудиторий:*

1. Лаборатория «Испытания двигателей» кафедры «Тепловые двигатели».

*Перечень необходимого компьютерного и мультимедийного оборудования:*

1. Персональный компьютер с подключенным мультимедийным проектором.

2. Программный пакет в виде слайд-конспекта.

3. Телевизор, установленный в лаборатории «Испытания двигателей» кафедры «Тепловые двигатели».

*Перечень необходимого лабораторного оборудования:*

Испытательные стенды с работающими двигателями, установленные в лаборатории «Испытания двигателей» кафедры «Тепловые двигатели».

Лабораторные работы проводятся на трех дизелях: КМ170FA, Д-240 и К-157. Одноцилиндровый дизель воздушного охлаждения КМ170FA (производство – Китай) используется как в водных, так и в различных наземных видах транспорта. Чаще всего дизель используется в промышленных целях: входит в состав комплексных устройств, таких как дизель-генераторы и сварочные агрегаты, сельхозтехника и автономные лесопилки. Четырехтактный дизель Д-240 устанавливается на трактор «Беларусь» Минского тракторного завода МТЗ-80. Дизель с наддувом К-157 относится к семейству дизелей 6ЧН 12/14 и предназначен для привода электрогенераторов, применяемых как источник питания электрической энергией силовых и осветительных установок. Дизель К-157 используется, кроме того, в качестве судового вспомогательного двигателя для привода электрогенераторов, насосов и других судовых механизмов, а также может устанавливаться в качестве главного двигателя малых судов.

Испытательные стенды, на которых выполняются экспериментальные исследования двигателей, оборудованы в качестве нагрузочных устройств электрическими генераторами постоянного тока и реостатами для нагружения электрогенераторов. Охлаждаются реостаты атмосферным воздухом. Нагрузка на двигатель изменяется с пульта управления путем изменения силы тока в обмотках возбуждения генераторов. Электрогенераторы имеют весовые устройства для измерения крутящего момента, передаваемого на них двигателем.

Все испытательные стенды обеспечивают нормальную работу установленных на них двигателей и имеют системы пуска двигателя, охлаждения, снабжения воздухом и топливом, отвода отработанных газов. Испытательные стенды имеют также необходимое электрооборудование и устройства для измерения расхода топлива и воздуха.

Испытательные стенды оборудованы также оптическим измерителем температуры деталей двигателя и газоанализатором. Отображение измеряемых параметров двигателя и нагрузочного устройства, включая запись индикаторной диаграммы, выполняется с помощью персонального компьютера, для чего в состав лабораторной установки для испытаний дизеля КМ170FA включен

электронный модуль, имеющий USB-порт для подключения персонального компьютера со специальным программным обеспечением.

## **10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;

- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитывать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);

- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;

- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Дополнительно при проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований в зависимости от категорий обучающихся с ограниченными возможностями здоровья:

- а) для слепых: задания и иные материалы для изучения дисциплины оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, или зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, или надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- б) для слабовидящих: обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство; задания для выполнения и иные материалы



оформляются увеличенным шрифтом;

в) для глухих и слабослышащих: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

г) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольно-оценочные мероприятия по желанию обучающихся могут проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей): письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; по желанию обучающихся все контрольно-оценочные мероприятия могут проводиться в устной форме.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **11.1. Методические материалы для педагогических работников**

Лекции являются одним из основных методов обучения. В ходе лекций:

- излагается наиболее важный материал по программе курса, освещающий основные моменты;
- устанавливаются связи изучаемых разделов курса со специальными дисциплинами;
- развивается понятийное и теоретическое мышление;
- формируется потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее положений. Рекомендуются на первой лекции довести до понимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать название каждого раздела, его суть и задачи; закончив изложение, подводить итог каждого раздела. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой. Желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему и представляла собой логически законченное изложение. Лучше сократить тему и не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта. В тех случаях, когда материал невозможно изложить в рамках одной лекции, в начале следующей лекции следует сделать краткий обзор материала предыдущей лекции с целью установления логической связи между лекциями. Темы, посвященные изучению важнейших положений дисциплины, должны быть подкреплены практическими и лабораторными занятиями. После окончания рассмотрения каждой темы необходимо выдавать студентам контрольные вопросы для самостоятельной работы.

При проведении лабораторных занятий особое внимание следует уделять вопросам соблюдения правил техники безопасности в лабораториях университета.

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

**Организация теоретического обучения** предполагает использование инновационных технологий проведения занятий лекционного типа, к которым, в частности, относятся: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-исследование.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ исторических и социокультурных, образовательных явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

5. *Лекция-исследование* имеет целью представить обучающимся учебную проблему в целом и ориентировать их на совместное с педагогическим работником выделение основных вопросов, положений темы, требующих дальнейшего раскрытия и исследования. Общая задача в процессе лекции уточняется и углубляется с помощью частных познавательных задач по основным направлениям темы.

**Организация практических занятий по дисциплине** направлена на углубление научно-теоретических знаний обучающихся, формирование практических умений и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области дисциплины;
- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структу-

ру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;

- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

- опросы и дискуссии;
- выполнение практических заданий;
- тестирование;
- выполнение проектного задания и др.

**Самостоятельная работа обучающихся** предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий) и др.

Типы самостоятельной работы по дисциплине:

- 1) воспроизводящие – запоминание способов действий, признаков, фактов, определений;
- 2) реконструктивно-вариативные – осмысленный перенос знаний в типовые ситуации;
- 3) творческие – обучающийся получает принципиально новые для него знания, закрепляет навыки самостоятельного поиска знаний.

Дидактической целью самостоятельной работы по дисциплине может быть следующее:

- приобретение новых знаний, овладение умением самостоятельно приобретать знания;
- закрепление и уточнение знаний;
- выработка умения применять знания при решении учебных и практических задач;
- формирование умений и навыков творческого характера, умения применять знания в усложненной ситуации.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 11.2. Методические материалы для обучающихся

Студенты должны внимательно прослушивать лекционный материал, конспектировать лекции и перед каждой лекцией просматривать пройденный материал. На лабораторных и практических занятиях выполнять предложенные преподавателем задания.

В рамках самостоятельной работы студенты должны изучить предлагаемые теоретические вопросы с использованием рекомендуемой литературы. Итогом для оценки качества самостоятельной работы студента является написание им реферата по темам, предложенным преподавателем.

При подготовке к зачёту особое внимание следует уделить вопросам усвоения современных правил, норм и требований в области измерений, поскольку измерительная информация является основой для принятия технических решений при испытаниях продукции, оценивании ее технического уровня, аттестации и сертификации качества.

Для правильного выбора метода и средства измерений, идеологии организации измерительного эксперимента, методики обработки и представления результатов измерений в соответствии с принципами метрологии необходимо знать принципы оценки погрешности измерения.

Важно также не только знать, как выполнить измерение и оценить погрешность полученного результата, но и так спланировать и осуществить процедуру измерения, чтобы обеспечить требуемую точность или свести неизбежную погрешность к минимуму.

Лекции являются одним из основных методов обучения. В лекциях излагаются научные основы дисциплины. На их базе разрабатываются методологические подходы и принципы, способствующие усвоению материала изучаемого курса. Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее положений. В ходе лекций:

- излагается наиболее важный материал по программе курса, освещающий основные моменты;
- устанавливаются связи изучаемых разделов курса со специальными дисциплинами;
- развивается понятийное и теоретическое мышление;
- формируется потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Рекомендуется на первой лекции довести до понимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать название каждого раздела, его суть и задачи; закончив изложение, подводить итог каждого раздела. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой. Желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему и представляла собой логически законченное изложение. Лучше сократить тему и не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта. В тех случаях, когда материал невозможно изложить в рамках одной лекции, в начале следующей лекции следует сделать краткий обзор материала предыдущей лекции с целью установления логической связи между лекциями.

Темы, посвященные изучению важнейших положений дисциплины, должны быть подкреплены практическими и лабораторными занятиями. После окончания рассмотрения каждой темы необходимо выдавать студентам контрольные вопросы для самостоятельной работы. Преподаватель контролирует усвоение материала и выполнение студентом самостоятельных заданий:

- при проведении коллоквиумов по окончании отдельных разделов курса;
- путем опроса основных теоретических положений при приемке практических работ.

В начале изложения дисциплины студентам должен приводиться необходимый математический аппарат, обращается внимание на различные физические и математические модели явлений. Следует обратить внимание на логическую последовательность изложения курса с целью его системного понимания и повышения усвояемости студентами. Вместе с тем, следует подчеркнуть практическую значимость каждого из его разделов на конкретных примерах.

При проведении лабораторных занятий особое внимание следует уделять вопросам соблюдения правил техники безопасности в лабораториях университета.

При подготовке к зачету особое внимание следует уделить изучению методологии измерений, физической сущности измеряемых величин, оценке эффективности выбираемых измерительных преобразователей для определения размера физической величины и погрешности ее измерения.

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (табл. 13).

Таблица 13 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта <i>лекций</i> : кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия
Практические занятия	Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
	к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины представлены в табл. 14.

Таблица 14 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Оценочные средства текущего контроля успеваемости</b>	<b>Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся</b>
ОПК-1 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	1. Устный опрос. 2. Практическая работа № 2 и 3. 3. Лабораторные работы № 1 и 3. 4. Экспресс-тестирование.	Вопросы к экзамену № 10-16; 34-40, 52-60
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности.	1. Устный опрос. 2. Практическая работа № 1 и 4. 3. Лабораторные работы № 2 и 4 4. Экспресс-тестирование.	Вопросы к экзамену № 1-12, 13-45; 46-54

## 12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости

Оценивание отдельных видов работ в процессе изучения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием следующей шкалы:

– обучающийся ответил правильно на более, чем 90% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил лабораторные работы, задание по расчетно-графической работе выполнено в полном объеме, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т. д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 75-89% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил лабораторные работы с незначительными замечаниями, выполнил расчетно-графическую работу с незначительными замечаниями, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т. д. – «хорошо» (средний уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил лабораторные работы со значительными замечаниями, выполнил расчетно-графическую работу со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т. д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть лабораторных работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, не выполнил расчетно-графическую работу или выполнил ее со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т. д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

Если в ходе изучения дисциплины обучающиеся выполняют исследовательский проект, по которому предусмотрена процедура его защиты, то критерии, шкала оценки проекта и его презентации могут быть представлены в форме таблицы (табл. 15).

Таблица 15 – Критерии и шкала оценки исследовательского проекта, его презентации и защиты

Критерий	Уровень освоения (оценка)			
	Ниже порогового (неудовлетворительно)	Пороговый (удовлетворительно)	Повышенный (хорошо)	Высокий (отлично)
<b>1. Проектный</b>				
1.1. Умение определять и	Ничего из перечисленного	Обучающийся определяет про-	Обучающийся самостоятельно	Обучающийся самостоятельно

Критерий	Уровень освоения (оценка)			
	Ниже порогового (неудовлетворительно)	Пороговый (удовлетворительно)	Повышенный (хорошо)	Высокий (отлично)
формулировать проблему, цель проектной деятельности		блему и цель проектной деятельности, но для их четкого формулирования необходима помощь педагогического работника	определяет и формулирует, проблему, цель проектной деятельности	определяет, формулирует и структурирует проблему, цель проектной деятельности
1.2. Умение определять связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	Ничего из перечисленного	Обучающийся определяет основные связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения с помощью педагогического работника	Обучающийся самостоятельно определяет основные связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	Обучающийся самостоятельно определяет и анализирует связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения
1.3. Умение составлять и анализировать план-график реализации проекта	Ничего из перечисленного	Обучающийся составляет и анализирует план-график реализации проекта с помощью педагогического работника	Обучающийся самостоятельно составляет и анализирует план-график реализации проекта	Обучающийся самостоятельно составляет и анализирует план-график реализации проекта на основе полной системы возможных и ограничивающих условий
1.4. Умение выбирать способ решения поставленных задач	Ничего из перечисленного	Обучающийся выбирает способ решения поставленных задач с помощью педагогического работника	Обучающийся самостоятельно выбирает способ решения поставленных задач	Обучающийся самостоятельно выбирает способ решения поставленных задач на основе полной системы возможных и ограничивающих условий
1.5. Умение в рамках поставленных задач определять имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы	Ничего из перечисленного	Обучающийся определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы в рамках поставленных задач с помощью педагогического работника	Обучающийся определяет самостоятельно имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы в рамках поставленных задач	Обучающийся определяет самостоятельно имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы в рамках поставленных задач



Критерий	Уровень освоения (оценка)			
	Ниже порогового (неудовлетворительно)	Пороговый (удовлетворительно)	Повышенный (хорошо)	Высокий (отлично)
		гического работника	задач на основе предоставленных педагогическим работником информационных ресурсов	задач на основе самостоятельно проведенного информационного поиска
<b>2. Коммуникативное</b>				
2.1. Умение осуществлять поиск и структурирование информации	Ничего из перечисленного	Обучающийся находит необходимую информацию, но для ее структурирования необходима помощь педагогического работника	Обучающийся самостоятельно находит, интегрирует, структурирует необходимую информацию	Обучающийся самостоятельно находит, интегрирует, структурирует необходимую информацию, комбинируя новые знания
2.2. Умение использовать информационно-коммуникативные технологии	Ничего из перечисленного	Обучающийся на практике демонстрирует базовые умения пользоваться программами Microsoft Word, Microsoft PowerPoint и интернет-технологиями	Обучающийся на практике демонстрирует уверенное пользование программами Microsoft Word, Microsoft PowerPoint и интернет-технологиями	Обучающийся на практике демонстрирует высокие умения пользоваться программами Microsoft Word, Microsoft PowerPoint и интернет-технологиями
2.3. Умения соблюдать нормы и правила оформления печатных и электронных документов	Ничего из перечисленного	Обучающийся недостаточно следует нормам оформления печатных и электронных документов	Обучающийся достаточно следует нормам оформления печатных и электронных документов	Обучающийся владеет в полной мере нормами оформления печатных и электронных документов
2.4. Умения логично изложить доклад, убедительно рассуждать и отвечать на вопросы	Ничего из перечисленного	Обучающийся в основном соблюдает логику в изложении доклада, отвечает на основные вопросы	Обучающийся в достаточной мере проявляет умения логично изложить доклад, убедительно рассуждать и отвечать на вопросы	Обучающийся в полной мере демонстрирует умения логично изложить доклад, убедительно рассуждать и отвечать на вопросы
<b>3. Личностные</b>				
3.1. Способность к творческой деятельности	Ничего из перечисленного	Обучающийся имеет недостаточный уровень	Обучающийся способен приносить в рабо-	Обучающийся отличается высоким уровнем

Критерий	Уровень освоения (оценка)			
	Ниже порогового (неудовлетворительно)	Пороговый (удовлетворительно)	Повышенный (хорошо)	Высокий (отлично)
сти		творчества, способен делать работу по образцу	ту элементы творчества	творчества, способен привносить новизну и оригинальность
3.2. Способность к самоорганизации и планированию личностно-профессионального развития	Ничего из перечисленного	Обучающийся недостаточно организован, допускает ошибки по планированию собственной деятельности по личностно профессиональному развитию	Обучающийся достаточно организован и умеет планировать собственную деятельность по личностно профессиональному развитию	Обучающийся в полной мере организован и умеет планировать собственную деятельность по личностно профессиональному развитию
3.3. Способность к рефлексии в области собственного личностно-профессионального развития	Ничего из перечисленного	Обучающийся недостаточно четко осознает свои возможности, пути и средства в области собственного личностно-профессионального развития	Обучающийся достаточно четко осознает свои возможности, пути и средства в области собственного личностно-профессионального развития	Обучающийся в полной мере осознает свои возможности, пути и средства в области собственного личностно-профессионального развития

В процесс преподавания дисциплины педагогическим работником формируется оценка, характеризующая текущую успеваемость обучающегося.

### 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме экзамена используется шкала оценивания, представленная в табл. 16.

Таблица 16 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Повышенный (отлично)	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе
Базовый (хорошо)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приемами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе
Пороговый (удовлетворительно)	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определенные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приемами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине
Ниже порогового (неудовлетворительно)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приемами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине

#### 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется по результатам промежуточной аттестации обучающегося с учетом оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

#### 12.5. Характеристика результатов обучения

Пример характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведен в табл. 17.

Таблица 17 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
Отлично (максимальный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
Хорошо (средний уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
Удовлетворительно (низкий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
Неудовлетворительно	Содержание дисциплины не освоено, большинство преду-

Оценка	Характеристика результатов обучения
	смотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

## 12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

### 12.6.1. Экспресс-опрос

Приводится перечень вопросов для проведения экспресс-опроса обучающихся (контрольные вопросы к зачету):

1. Дайте определение понятиям «метрология», «измерение», «физическая величина», «средство измерений».
2. Перечислите основные виды и методы измерений.
3. Сформулируйте основное отличие операций измерения от контроля.
4. В чем заключается основное отличие меры от эталона?
5. Приведите классификацию мер.
6. Эталоны каких физических величин вы знаете?
7. Какие основные измерительные операции выполняются при измерении?
8. Какие унифицированные сигналы имеют измерительные преобразователи?
9. Что такое масштабирование?
10. В чем отличие прямых измерений от косвенных?
11. Приведите пример совокупных и совместных измерений.
12. Дайте определение методу измерений.
13. Приведите классификацию средств измерения.
14. Приведите классификацию погрешностей измерений.
15. Перечислите основные метрологические характеристики.
16. Перечислите основные нормируемые метрологические характеристики.
17. Как определяют цену деления шкалы прибора?
18. В чем заключается отличие диапазона измерений от диапазона показаний?
19. Приведите классификацию погрешностей средств измерений.
20. Как обозначается класс точности для различных средств измерений?
21. Что характеризует класс точности прибора?
22. Сравните по точности известные методы измерений.
23. Назовите причины появления систематических погрешностей.
24. Перечислите способы исключения систематических погрешностей.
25. Сформулируйте закон суммирования погрешностей.
26. Приведите формы записи однократных и многократных измерений.
27. Что такое аддитивная и мультипликативная погрешности?
28. Назовите общие узлы и детали электромеханических приборов раз-

личных систем.

29. Перечислите классы точности электромеханических измерительных приборов.

30. Приведите структурную схему электромеханического измерительного прибора.

31. Приведите классификацию измерительных приборов.

32. Сравните по точности электромеханические приборы различных систем.

33. Сравните по защищенности от воздействия внешнего магнитного поля электромеханические приборы различных систем.

34. Как создается противодействующий момент у приборов различных систем?

35. Имеет ли класс точности гальванометр магнитоэлектрической системы?

36. Назовите режимы движения подвижной части гальванометра.

37. Что такое логометр?

38. Для измерения каких физических величин используются логометры?

39. Сравните по точности приборы магнитоэлектрической и электромагнитной систем.

40. Как расширяют диапазоны измерений по току и напряжению у приборов электродинамической системы?

41. Объясните устройство и работу приборов индукционной системы.

42. Перечислите основные достоинства термоэлектрических приборов.

43. На какие группы делятся электронные приборы?

44. Опишите принцип работы компенсатора постоянного тока.

45. Какие существуют виды компенсаторов переменного тока и в чем их отличие?

46. Сформулируйте отличительные признаки мостов постоянного и переменного тока.

47. В чем отличие цифровых приборов от аналоговых?

48. Перечислите основные функциональные узлы цифровых измерительных приборов (ЦИП).

49. Как меняются характеристики ЦИП от применения в них микропроцессоров?

50. Перечислите достоинства электрических методов измерения неэлектрических величин.

51. Приведите классификацию первичных преобразователей.

52. Какие преобразователи относятся к генераторным?

53. Какие преобразователи относятся к параметрическим?

54. Изобразите графически структурную схему: прибора прямого преобразования; прибора уравновешенного преобразования.

55. Изобразите графически эквивалентную схему измерительной цепи прибора.

56. Сформулируйте преимущества равновесных мостовых схем.

57. Приведите физическую модель измерительного преобразователя.

58. Назовите основные источники погрешности приборов для измерения неэлектрических величин.

59. Приведите примеры использования датчиков для измерения неэлектрических параметров.

60. Каково устройство, принцип работы и область применения: фотоэлектрических преобразователей; емкостных электростатических преобразователей; тепловых преобразователей; тензорезисторных преобразователей; индуктивных преобразователей; магнитоупорных преобразователей.

61. Как измеряют механические напряжения и давления параметрическими преобразователями?

62. Как измеряют расходы жидкостей и газов?

63. Принцип действия и устройство пьезоэлектрических преобразователей.

64. Принцип действия и устройство индукционных преобразователей?

65. Назовите погрешности индукционных преобразователей и пути их уменьшения.

66. Принцип действия и устройство термоэлектрических преобразователей.

67. Назовите источники погрешности термоэлектрических преобразователей и пути их уменьшения.

68. Объясните принцип действия и устройства радиационных пирометров.

69. Укажите источники погрешностей радиационных пирометров.

70. Каково назначение осциллографов.

71. Опишите принцип действия светолучевого осциллографа.

72. Перечислите назначение электронно-лучевого осциллографа.

73. Чем отличается светолучевой осциллограф от электронно-лучевого?

74. Перечислите преимущества цифровых осциллографов.

75. Приведите структурную схему цифрового осциллографа.

76. Назовите преимущества аналоговых осциллографов.

77. Что такое магнитограф?

78. Что характеризует температура?

79. Перечислите названия шкал, используемых для измерения температуры.

80. Перечислите средства измерения температуры.

81. Опишите принцип действия стеклянных жидкостных термометров.

82. Начертите эскиз стеклянного жидкостного термометра.

83. Перечислите преимущества и недостатки жидкостных термометров.

84. Назовите пределы измерения температуры жидкостными термометрами.

85. Каковы устройства и принцип действия манометрических и термоэлектрических термометров.

86. Перечислите группы манометрических термометров в зависимости от вида рабочего вещества.

87. Назовите преимущества и недостатки термоэлектрических термометров.
88. Как снижается погрешность измерения термопарами?
89. Перечислите типы термопар их преимущества и недостатки.
90. Как осуществляется автоматическая компенсация температуры холодных спаев термопары?
91. Опишите принцип действия потенциометров.
92. Начертите схему ручного потенциометра.
93. Опишите устройство и принцип действия термометров сопротивления?
94. Перечислите типы термометров сопротивления и их пределы измерения температуры.
95. Какие приборы используются для измерения температуры в комплекте с термометрами сопротивления?
96. Перечислите единицы давления. Каковы их соотношения?
97. Дайте определения абсолютному и избыточному давлению.
98. Приведите классификацию приборов давления по принципу действия.
99. Опишите принцип действия манометров: U-образного; чашечного; микроманометра с наклонной трубкой.
100. Опишите принцип работы приборов давления с упругим чувствительным элементом.
101. Как работает пьезоэлектрический манометр?
102. Что является чувствительным элементом в манометре сопротивления?
103. На чем основан принцип действия приборов типа «Сапфир»?
104. Назовите назначение дифференциальных манометров.
105. Чем отличается грузо-поршневой манометр от прессы?
106. Перечислите допущения, не вносящие заметных искажений в результаты измерений.
107. Назовите типы приборов для измерения расходов.
108. Начертите эскиз измерения расхода с помощью диафрагмы.
109. Перечислите правила, которые необходимо соблюдать при установке сужающих устройств.
110. Опишите принцип действия ротаметра.
111. Опишите принцип измерения расхода напорными трубками.
112. Назовите достоинства газовых расходомеров.
113. В чем заключается принцип работы электротермоанометра?
114. Опишите принцип действия ультразвуковых расходомеров.
115. Перечислите методы измерения расходов ультразвуковым способом.
116. Дайте определения угловой и линейной скорости.
117. Перечислите типы приборов для измерения частоты вращения.
118. Начертите кинематическую схему механического центробежного тахометра.
119. Каковы преимущества электрических тахометров?

120. Расскажите принцип работы электрических тахометров.
121. Приведите схему магнитоиндукционного тахометра.
122. Что такое стробоскопический эффект?
123. Объясните принцип измерения частоты вращения стробоскопическим тахометром.
124. Сравните по точности тахоскопы и механические тахометры.
125. Назовите назначение суммарных счетчиков числа оборотов.
126. Назовите приборы для измерения времени.
127. Перечислите способы отбора газов.
128. Приведите классификацию газоанализаторов.
129. Опишите принцип действия газоанализатора: инфракрасного оптического; плазменно-ионизационного; хемилюминесцентного; газового хроматографа.
130. На какие группы разделяют измерители дымности по принципу действия?
131. Опишите принцип действия измерителя дымности: фильтрующего (типа «Бош»); оптического (типа «Хартридж»).
132. Назовите группы аппаратуры для измерения шума и вибраций.
133. Перечислите основные элементы схемы и их назначение при измерении шума и вибраций.
134. Дайте определения: системы; информации; измерительной информационной системы; программному обеспечению.
135. Перечислите назначение измерительных информационных систем.
136. Перечислите виды ИИС в зависимости от выполняемых функций.
137. Приведите упрощенную схему взаимодействия основных компонентов ИИС.
138. Чем отличается система автоматического контроля от системы диагностики?
139. Что называется интерфейсом?
140. На какие группы делятся цепи интерфейса?

### **12.6.2. Экспресс-тестирование**

Приводится пример вопросов для проведения экспресс-тестирования обучающихся:

1. Дайте определение понятия «абсолютная» погрешность.  
Варианты ответов:
  - 1.1. отличие результата измерения на некоторую величину;
  - 1.2. погрешность, определяемая погрешностями применяемых средств измерений;
  - 1.3. погрешность из-за несовершенства принципа действия применяемых средств измерений;
  - 1.4. разница между результатом измерения и истинным (действительным) значением измеряемой величины.
2. Дайте определение понятия «относительная» погрешность.  
Варианты ответов:



2.1. погрешность, которая остается неизменной при повторных измерениях;

2.2. отношение погрешности определения значения величины к самой величине;

2.3. погрешность, возникающая в результате воздействия на процесс измерения внешних факторов;

2.4. использование относительной погрешности предпочтительней, так как она является более точной.

3. Какими частотными характеристиками  $\omega_0$  должен обладать измерительный датчик при исследовании процесса топливоподачи с предполагаемой частотой колебаний  $\omega_x$ ?

Варианты ответов:

3.1.  $\omega_0 = (5 \dots 10)\omega_x$ ;

3.2.  $\omega_0 = \omega_x$ ;

3.3.  $\omega_0 = 20\omega_x$ ;

3.4.  $\omega_0 = (100)\omega_x$ .

4. Какие приборы используются для измерения средних температур потоков жидкостей и газов при теплобалансовых испытаниях?

Варианты ответов:

4.1. технические жидкостные термометры (ГОСТ 28498-90);

4.2. промышленные манометрические термометры (ГОСТ 8624-80);

4.3. термоэлектрические термометры (ГОСТ Р50431-92);

4.4. образцовые, лабораторные и специального назначения (ГОСТ 28498-90, ГОСТ 13646-68).

5. При помощи какого газоанализатора производится измерение концентрации окиси углерода?

Варианты ответов:

5.1. плазменно-ионизационного;

5.2. хемилюминесцентного;

5.3. газового хроматографа;

5.4. инфракрасного оптико-акустического.

6. Чем определяется дымовое число фильтра (FSN)?

Варианты ответов:

6.1. показателем отражения светового потока поверхностью фильтра;

6.2. натуральным показателем ослабления потока;

6.3. коэффициентом ослабления светового потока;

6.4. степенью потемнения фильтра, определяемой по оптическому отражению от окрашенного отработавшими газами фильтра по отношению к чистому фильтру.

7. К каким типовым видам сложных шумовых сигналов относятся периодические сигналы?

Варианты ответов:

7.1. процессы однократного действия, изменяющиеся во времени;

7.2. шумы и вибрации, создаваемые двигателями внутреннего сгорания в условиях эксплуатации;

7.3. сигналы, имеющие спектр из ряда дискретных частотных составляющих;

7.4. сигналы стационарные, содержащие широкий набор частотных составляющих со случайными амплитудами и фазами.

8. Что понимается под **токсичностью** энергетических машин?

Варианты ответов:

8.1. наличие озона в отработавших газах;

8.2. негативное воздействие, оказываемое на окружающую среду – растения, животных, людей и строения вредными веществами, содержащимися в отработавших газах;

8.3. наличие запаха легких фракций нефтяного топлива;

8.4. наличие протечек топлива.

9. На сколько групп делят внесистемные единицы (по отношению к единицам СИ)?

Варианты ответов:

9.1. на две группы (перечислите)

9.2. на три группы (перечислите)

9.3. на четыре группы (перечислите)

9.4. на пять групп (перечислите)

10. Что представляет собой наука метрология?

Варианты ответов:

10.1. наука о влиянии средств измерения на научно-техническую революцию;

10.2. наука о взаимодействии средств обеспечения производства на прогресс человечества;

10.3. наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, достижения точности;

10.4. наука о возникновении измерительной техники.

11. Какие термометры реализуют функцию теплового расширения  $V=f(t)$ ?

Варианты ответов:

11.1. манометрические термометры;

10.2. термометры сопротивления;

10.3. термопары;

10.4. жидкостные стеклянные термометры.

12. Какие классы точности установлены для манометрических термометров изготавливаемых в соответствии с ГОСТ 8624-80?

Варианты ответов:

12.1. 1,5; 2,5; 4,0; 10; (начертите схему манометрического термометра);

12.2. 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; (начертите схему манометрического термометра);

12.3. 0,02; 0,05; 0,1; 0,5; (начертите схему манометрического термометра);

12.4. 0,01; 0,015; 0,025; 0,05; (начертите схему манометрического термометра).

13. Какой принцип действия реализуется в термометрах сопротивления?

Варианты ответов:

- 13.1. функция теплового расширения  $V=f(t)$ ;
- 13.2. функция изменения электрического сопротивления проводников и полупроводников  $R=f(t)$ ;
- 13.3. функция термоэлектрического эффекта  $E=f(t)$ ;
- 13.4. функция изменение давления  $P=f(t)$ .
- 14. Для какого диапазона измерения давления применяются манометры сопротивления?

Варианты ответов:

- 14.1. от 250 до 1600 МПа (изобразите принципиальную схему манометра);
- 14.2. от 0,1 до 100 МПа (изобразите принципиальную схему манометра);
- 14.3. от 100 до 1000 МПа (изобразите принципиальную схему манометра);
- 14.4. от 10 до 100 МПа (изобразите принципиальную схему манометра).

### 12.6.3. Вопросы для промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы к экзамену представлены в табл. 18.

Таблица 18 – Вопросы к экзамену

Раздел	Вопросы
Тема 1. Основы метрологии и измерений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение понятиям «метрология», «измерение», «физическая величина», «средство измерений».</li> <li>2. Перечислите основные виды и методы измерений.</li> <li>3. Сформулируйте основное отличие операций измерения от контроля.</li> <li>4. В чем заключается основное отличие меры от эталона?</li> <li>5. Приведите классификацию мер.</li> <li>6. Эталоны каких физических величин вы знаете?</li> <li>7. Какие основные измерительные операции выполняются при измерении?</li> <li>8. Какие унифицированные сигналы имеют измерительные преобразователи?</li> <li>9. Что такое масштабирование?</li> <li>10. В чем отличие прямых измерений от косвенных?</li> <li>11. Приведите пример совокупных и совместных измерений.</li> <li>12. Дайте определение методу измерений.</li> <li>13. Приведите классификацию средств измерения.</li> </ol>
Тема 2. Погрешности измерений и их классификация	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите классификацию погрешностей измерений.</li> <li>2. Перечислите основные метрологические характеристики.</li> <li>3. Перечислите основные нормируемые метрологические характеристики.</li> <li>4. Как определяют цену деления шкалы прибора?</li> <li>5. В чем заключается отличие диапазона измерений от диапазона показаний?</li> <li>6. Приведите классификацию погрешностей средств измерений.</li> </ol>

Раздел	Вопросы
	<p>7. Как обозначается класс точности для различных средств измерений?</p> <p>8. Что характеризует класс точности прибора?</p> <p>9. Сравните по точности известные методы измерений.</p> <p>10. Назовите причины появления систематических погрешностей.</p> <p>11. Перечислите способы исключения систематических погрешностей.</p> <p>12. Сформулируйте закон суммирования погрешностей.</p> <p>13. Приведите формы записи однократных и многократных измерений.</p> <p>14. Что такое аддитивная и мультипликативная погрешности?</p>
Тема 3. Средства измерительной техники	<p>1. Назовите общие узлы и детали электромеханических приборов различных систем.</p> <p>2. Перечислите классы точности электромеханических измерительных приборов.</p> <p>3. Приведите структурную схему электромеханического измерительного прибора.</p> <p>4. Приведите классификацию измерительных приборов.</p> <p>5. Сравните по точности электромеханические приборы различных систем.</p> <p>6. Сравните по защищенности от воздействия внешнего магнитного поля электромеханические приборы различных систем.</p> <p>7. Как создается противодействующий момент у приборов различных систем?</p> <p>8. Имеет ли класс точности гальванометр магнитоэлектрической системы?</p> <p>9. Назовите режимы движения подвижной части гальванометра.</p> <p>10. Что такое логометр?</p> <p>11. Для измерения каких физических величин используются логометры?</p> <p>12. Сравните по точности приборы магнитоэлектрической и электромагнитной систем.</p> <p>13. Как расширяют диапазоны измерений по току и напряжению у приборов электродинамической системы?</p> <p>14. Объясните устройство и работу приборов индукционной системы.</p> <p>15. Перечислите основные достоинства термоэлектрических приборов.</p> <p>16. На какие группы делятся электронные приборы?</p> <p>17. Опишите принцип работы компенсатора постоянного тока.</p> <p>18. Какие существуют виды компенсаторов переменного тока и в чем их отличие?</p> <p>19. Сформулируйте отличительные признаки мостов постоянного и переменного тока.</p> <p>20. В чем отличие цифровых приборов от аналоговых?</p> <p>21. Перечислите основные функциональные узлы цифро-</p>

Раздел	Вопросы
	<p>вых измерительных приборов (ЦИП).</p> <p>22. Как меняются характеристики ЦИП от применения в них микропроцессоров?</p>
Тема 4. Измерение неэлектрических величин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите достоинства электрических методов измерения неэлектрических величин.</li> <li>2. Приведите классификацию первичных преобразователей.</li> <li>3. Какие преобразователи относятся к генераторным?</li> <li>4. Какие преобразователи относятся к параметрическим?</li> <li>5. Изобразите графически структурную схему:             <ol style="list-style-type: none"> <li>а) прибора прямого преобразования;</li> <li>б) прибора уравновешенного преобразования.</li> </ol> </li> <li>6. Изобразите графически эквивалентную схему измерительной цепи прибора.</li> <li>7. Сформулируйте преимущества равновесных мостовых схем.</li> <li>8. Приведите физическую модель измерительного преобразователя.</li> <li>9. Назовите основные источники погрешности приборов для измерения неэлектрических величин.</li> <li>10. Приведите примеры использования датчиков для измерения неэлектрических параметров.</li> </ol>
Тема 5. Параметрические преобразователи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каково устройство, принцип работы и область применения:             <ol style="list-style-type: none"> <li>а) фотоэлектрических преобразователей;</li> <li>б) емкостных электростатических преобразователей;</li> <li>в) тепловых преобразователей;</li> <li>г) тензорезисторных преобразователей;</li> <li>д) индуктивных преобразователей;</li> <li>е) магнитоупругих преобразователей.</li> </ol> </li> <li>2. Как измеряют механические напряжения и давления параметрическими преобразователями?</li> <li>3. Как измеряют расходы жидкостей и газов?</li> </ol>
Тема 6. Генераторные преобразователи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите принцип действия и устройство пьезоэлектрических преобразователей.</li> <li>2. Опишите принцип действия и устройство индукционных преобразователей?</li> <li>3. Назовите погрешности индукционных преобразователей и пути их уменьшения.</li> <li>4. Опишите принцип действия и устройство термоэлектрических преобразователей.</li> <li>5. Назовите источники погрешности термоэлектрических преобразователей и пути их уменьшения.</li> <li>6. Объясните принцип действия и устройства радиационных пирометров.</li> <li>7. Укажите источники погрешностей радиационных пирометров.</li> </ol>
Тема 7. Осциллографы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каково назначение осциллографов.</li> <li>2. Опишите принцип действия светолучевого осциллографа.</li> <li>3. Перечислите назначение электронно-лучевого осцил-</li> </ol>

Раздел	Вопросы
	<p>логафа.</p> <p>4. Чем отличается светолучевой осциллограф от электронно-лучевого?</p> <p>5. Перечислите преимущества цифровых осциллографов.</p> <p>6. Приведите структурную схему цифрового осциллографа.</p> <p>7. Назовите преимущества аналоговых осциллографов.</p> <p>8. Что такое магнитограф?</p>
Тема 8. Измерение температуры	<p>1. Что характеризует температура?</p> <p>2. Перечислите названия шкал используемых для измерения температуры.</p> <p>3. Перечислите средства измерения температуры.</p> <p>4. Опишите принцип действия стеклянных жидкостных термометров.</p> <p>5. Начертите эскиз стеклянного жидкостного термометра.</p> <p>6. Перечислите преимущества и недостатки жидкостных термометров.</p> <p>7. Назовите пределы измерения температуры жидкостными термометрами.</p> <p>8. Каковы устройства и принцип действия манометрических и термоэлектрических термометров.</p> <p>9. Перечислите группы манометрических термометров в зависимости от вида рабочего вещества.</p> <p>10. Назовите преимущества и недостатки термоэлектрических термометров.</p> <p>11. Как снижается погрешность измерения термopарами?</p> <p>12. Перечислите типы термopар их преимущества и недостатки.</p> <p>13. Как осуществляется автоматическая компенсация температуры холодных спаев термopары?</p> <p>14. Опишите принцип действия потенциометров.</p> <p>15. Начертите схему ручного потенциометра.</p> <p>16. Опишите устройство и принцип действия термометров сопротивления?</p> <p>17. Какие приборы используются для измерения температуры в комплекте с термометрами сопротивления?</p>
Тема 9. Измерение давления и разрежения	<p>1. Перечислите единицы давления. Каковы их соотношения?</p> <p>2. Дайте определения абсолютному и избыточному давлению.</p> <p>3. Приведите классификацию приборов давления по принципу действия.</p> <p>4. Опишите принцип действия манометров:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) U-образного;</li> <li>б) чашечного;</li> <li>в) микроманометра с наклонной трубкой.</li> </ul> <p>5. Опишите принцип работы приборов давления с упругим чувствительным элементом.</p> <p>6. Как работает пьезоэлектрический манометр?</p> <p>7. Что является чувствительным элементом в манометре</p>

Раздел	Вопросы
	сопротивления? 8. На чем основан принцип действия приборов типа «Сапфир»? 9. Назовите назначение дифференциальных манометров. 10. Чем отличается грузопоршневой манометр от прессы?
Тема 10. Измерение расходов жидкостей и газов	1. Перечислите допущения, не вносящие заметных искажений в результаты измерений. 2. Назовите типы приборов для измерения расходов. 3. Начертите эскиз измерения расхода с помощью диафрагмы. 4. Перечислите правила, которые необходимо соблюдать при установке сужающих устройств. 5. Опишите принцип действия ротаметра. 6. Опишите принцип измерения расхода напорными трубками. 7. Назовите достоинства газовых расходомеров. 8. В чем заключается принцип работы электротермоанометра? 9. Опишите принцип действия ультразвуковых расходомеров. 10. Перечислите методы измерения расходов ультразвуковым способом.
Тема 11. Измерение частоты вращения и времени	1. Дайте определения угловой и линейной скорости. 2. Перечислите типы приборов для измерения частоты вращения. 3. Начертите кинематическую схему механического центробежного тахометра. 4. Каковы преимущества электрических тахометров? 5. Расскажите принцип работы электрических тахометров. 6. Приведите схему магнитоиндукционного тахометра. 7. Что такое стробоскопический эффект? 8. Объясните принцип измерения частоты вращения стробоскопическим тахометром. 9. Сравните по точности тахоскопы и механические тахометры. 10. Назовите назначение суммарных счетчиков числа оборотов. 11. Назовите приборы для измерения времени.
Тема 12. Измерение экологических параметров энергетических машин	1. Перечислите способы отбора газов. 2. Приведите классификацию газоанализаторов. 3. Опишите принцип действия газоанализатора: - инфракрасного оптико-акустического; - плазменно-ионизационного; - хемилюминесцентного; - газового хроматографа. 4. На какие группы разделяют дымомеры по принципу действия? 5. Опишите принцип действия измерителя дымности: а) фильтрующего (типа «Бош»); б) оптического (типа «Хартридж»).

Раздел	Вопросы
	6. Назовите группы аппаратуры для измерения шума и вибраций. 7. Перечислите основные элементы схемы и их назначение при измерении шума и вибраций.
Тема 13. Измерительные информационные системы	1. Дайте определения: - системы; - информации; - измерительной информационной системы; - программному обеспечению. 2. Перечислите назначение измерительных информационных систем (ИИС). 3. Перечислите виды ИИС в зависимости от выполняемых функций. 4. Приведите упрощенную схему взаимодействия основных компонентов ИИС. 5. Чем отличается система автоматического контроля от системы диагностики? 6. Что называется интерфейсом? 7. На какие группы делятся цепи интерфейса?

### 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» воспитание – это деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т. п. имеют положительное воспитательное значение и



формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, умение самостоятельно мыслить, вкус к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения и т.п.

# АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## Рабочая программа учебной дисциплины

### Методы и средства измерения физических величин в энергетике

(наименование дисциплины)

13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Профиль «Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов»

(направленность (профиль) образовательной программы)

бакалавриат

(уровень образования)

бакалавр

(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)

очная

(форма обучения)

#### 1. Цель освоения дисциплины

Дать студентам теоретические знания об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

#### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в часть образовательной программы, формируемую участниками образовательных отношений, и реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

#### 3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1, ОПК-6

#### 4. Общая трудоемкость дисциплины

6 зачетных единиц (216 академических часа).

#### 5. Форма (формы) промежуточной аттестации обучающихся

экзамен

#### 6. Разделы и темы дисциплины

Основы метрологии и измерений. Погрешности измерений и их классификация. Средства измерительной техники. Измерение неэлектрических величин. Параметрические преобразователи. Генераторные преобразователи. Осциллографы. Измерение температуры. Измерение давления и разрежения. Измерение расходов жидкостей и газов. Измерение частоты вращения и времени. Измерение экологических параметров энергетических машин. Измерительные информационные системы.

#### 7. Автор(ы) рабочей программы

к.т.н., доц. Дмитриевский Е.В.

**ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа учебной дисциплины

**Методы и средства измерения физических величин в энергетике***(наименование дисциплины)***13.03.03 «Энергетическое машиностроение»***(код и наименование специальности или направления подготовки)***Профиль «Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов»***(направленность (профиль) образовательной программы)***бакалавриат***(уровень образования)***бакалавр***(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)***очная***(форма обучения)*

В целях актуализации основной профессиональной образовательной программы в рабочую программу внесены следующие изменения (дополнения):

Раздел (подраздел) рабочей программы	Содержание изменения (дополнения)

Изменения (дополнения) в рабочую программу  
рассмотрены и одобрены на заседании кафедры

**Тепловые двигатели***(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

**Д.Т.Н., доц.***(ученая степень, ученое звание)**(подпись)***Обозов А.А.***(И.О. Фамилия)***Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

*(наименование выпускающей кафедры)**(ученая степень, ученое звание)**(подпись)**(И.О. Фамилия)*