



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Кафедра «Турбиностроение, электро- и теплоэнергетика»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации**

**В.А. Шкаберин**

**«26» апреля 2024 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Динамика двигателей внутреннего сгорания»**

*(наименование дисциплины)*

**13.03.03 Энергетическое машиностроение**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**«Энергоустановки для наземного, водного и трубопроводного транспорта»**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

**высшее образование – бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавр**

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

**очная**

*(форма обучения)*

**2024**

*(год набора)*

**Брянск 2024**

Рабочая программа учебной дисциплины  
«Динамика двигателей внутреннего сгорания»

(наименование дисциплины)

13.03.03 Энергетическое машиностроение

(код и наименование специальности или направления подготовки)

«Энергоустановки для наземного, водного и трубопроводного транспорта»

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

**Разработал(и):**

Д.Т.Н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А.Обозов

(И.О. Фамилия)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Турбиностроение, электро- и теплоэнергетика»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«21» марта 2024 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой

Д.Т.Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Пугачев

(И.О. Фамилия)

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Турбиностроение, электро- и теплоэнергетика»

(наименование выпускающей кафедры)

Д.Т.Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Пугачев А.А.

(И.О. Фамилия)

© А.А. Обозов 2024

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС .....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....	6
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	10
5.3. Лекции .....	11
5.4. Лабораторные работы .....	14
5.5. Практические занятия .....	15
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	15
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	18
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	19
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	19
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	20
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	20
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.....	23

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	24
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	24
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	27
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	28
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	28
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	29
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	29
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине .....	32
12.5. Характеристика результатов обучения .....	33
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	33
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	33

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Динамика двигателей внутреннего сгорания» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Энергоустановки для наземного, водного и трубопроводного транспорта».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины** – дать студентам знания, необходимые для понимания динамических процессов, протекающих в двигателях внутреннего сгорания, и практическое применение полученных навыков при исследованиях в области проектирования, расчета и анализа динамики современных форсированных двигателей внутреннего сгорания.

**Задача изучения дисциплины** – научить студентов выполнять кинематический и динамический расчет двигателя; строить полярную диаграммы сил, действующих на шатунную (коренную) шейку коленчатого вала; строить диаграммы износа шеек; анализировать неуравновешенность двигателя, вызванную движением масс конструктивных элементов двигателя; анализировать возникающие в двигателе колебательные процессы.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС

Дисциплина входит в вариативную часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана образовательной программы и реализуется на 3 курсе в 6 семестре.

Предварительно изучаются дисциплины: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Детали машин».

Параллельно изучаются дисциплины: «Конструирование двигателей внутреннего сгорания», «Теория рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ПК-5, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-5. Способен проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	ПК-5.1. Контролирует техническое состояние объектов профессиональной деятельности;	техническое состояние объектов профессиональной деятельности;	разрабатывать предложения по повышению эффективности эксплуатации объектов профессиональной деятельности;	навыками проведения работ по контролю состояния безопасности объектов профессиональной деятельности.
	ПК-5.2. Умеет разрабатывать предложения по повышению эффективности эксплуатации объектов профессиональной деятельности;			
	ПК-5.3. Применяет методологию проведения работ по контролю состояния безопасности объектов профессиональной деятельности.			

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц(ы) (252 академических часа(-ов)). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 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											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
<b>1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:</b>	<b>48</b>	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	<b>16</b>	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.	<b>16</b>	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	<b>16</b>	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся, час.</b>	<b>78</b>	-	-	-	-	-	78	-	-	-	-	-	-
<b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b>													
3.1. Экзамен, семестр		6											
3.2. Зачет, семестр		-											
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-											
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		6											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		-											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
<b>Общая трудоемкость (7 з.е.)</b>		252											

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1. Кинематика кривошипно-шатунного механизма</b>		<b>2</b>			<b>3</b>
Тема 1. Введение в дисциплину. Особенности конструкции поршневых ДВС. Кинематические характеристики кривошипно-шатунного механизма (КШМ). Перемещение поршня, скорость поршня, ускорение поршня.		0,5			1
Тема 2. Графические зависимости для перемещения, скорости и ускорения поршня в функции от угла поворота коленчатого вала. Графическое определение ускорения поршня (в функции от перемещения поршня).		0.5			1
Тема 3. Дезаксиальный кривошипно-шатунный механизм. Кривошипно-шатунный механизм V-образного двигателя с прицепным шатуном.		1			1
<b>Раздел 2. Динамика кривошипно-шатунного механизма</b>		<b>5</b>		<b>8</b>	<b>9</b>
Тема 4. Задачи динамического анализа двигателя. Приведение массы шатуна, Приведение вращающихся масс. Силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс. Силы давления газов. Результирующая сила.		1			1
Тема 5. Силы, действующих в КШМ рядного двигателя ( $P_{\Sigma}$ , $P_{ш}$ , $N$ , $T$ , $Z$ ). Графическое определение суммарной тангенциальной силы многоцилиндрового четырехтактного (двухтактного) двигателя.		1		4	2
Тема 6. Силы, действующие на шатунные шейки коленчатого вала. Построение полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку		1		4	2
Тема 7. Силы, действующие на коренные шейки. Построение полярной диаграммы сил, действующих на коренные шейки.		1			2



Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 8. Силы, действующие на шатунную и коренную шейки V-образного двигателя. Построение диаграммы износа шейки.		1			2
<b>Раздел 3. Уравновешивание автомобильных и тракторных двигателей</b>		<b>4.5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>13</b>
Тема 9. Общие положения по уравновешиванию двигателей с КШМ. Уравновешивание сил вращающихся масс. Уравновешивание возвратно-поступательно движущихся масс.		1	4		1
Тема 10. Уравновешивание одноцилиндрового двигателя. Механизм Ланчестера.		1			4
Тема 11. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами, направленными в одну сторону. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами под углом 180°.		1		8	2
Тема 12. Уравновешивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и кривошипами под углом 180°. Уравновешивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и общим кривошипом. .		1			4
Тема 13. Уравновешивание двухцилиндрового V-образного двигателя с общим кривошипом и углом развала цилиндров 90°. Уравновешивание трехцилиндрового двигателя.		0,5			2
<b>Раздел 4. Равномерность хода двигателя</b>		<b>2</b>			<b>2</b>

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 14. Равномерность хода двигателя. Основные положения. График крутящего момента одноцилиндрового двигателя. Характеристики неравномерности крутящего момента и хода двигателя. Суммарный крутящий момент многоцилиндрового двигателя, передаваемый потребителю энергии.		2			2
<b>Раздел 5. Крутильные колебания систем коленчатых валов автомобильных и тракторных двигателей</b>		<b>2,5</b>	<b>12</b>		<b>6</b>
Тема 15. Крутильные колебания. Общие положения. Собственные крутильные колебания системы с одной массой.		0,5	4		1
Тема 16. Затухающие крутильные колебания.		0,5			1
Тема 17. Вынужденные крутильные колебания системы с одной массой. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.		0,5			1
Тема 18. Собственные крутильные колебания многомассовой системы.		0,5	4		1
Тема 19. Мероприятия, направленные на устранения крутильных колебаний коленчатых валов двигателей. Торсиограф Гейгера.		0,5	4		2
<b>Курсовой проект</b>					<b>45</b>
<b>Итого</b>	<b>126</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>78</b>

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

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции
--	-----------------

	ПК-5	...	...	...	...	...	...
Тема 1. – Тема 19.	+						

### 5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование раздела и темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, ч
<b>Раздел 1. Кинематика кривошипно-шатунного механизма</b>			<b>2</b>
Тема 1. Введение в дисциплину. Особенности конструкции поршневых ДВС. Кинематические характеристики кривошипно-шатунного механизма (КШМ). Перемещение поршня, скорость поршня, ускорение поршня.	Введение в дисциплину.	1. Особенности конструкции поршневых ДВС. 2. Кинематические характеристики кривошипно-шатунного механизма (КШМ). 3. Перемещение поршня, скорость поршня, ускорение поршня.	0,5
Тема 2. Графические зависимости для перемещения, скорости и ускорения поршня в функции от угла поворота коленчатого вала. Графическое определение ускорения поршня (в функции от перемещения поршня).	Элементы кинематики КШМ : перемещение, скорость и ускорение поршня в функции от угла поворота коленчатого вала.	1. Построение графических зависимостей для: - перемещения, - скорости, -и ускорения поршня в функции от угла поворота коленчатого вала. 2. Графическое определение ускорения поршня (в функции от перемещения поршня).	0.5
Тема 3. Дезаксиальный кривошипно-шатунный механизм. Кривошипно-шатунный механизм V-образного двигателя с прицепным шатуном.	Дезаксиальный кривошипно-шатунный механизм.	1. Определение дезаксиального кривошипно-шатунного механизма. Его функциональные особенности.	1
<b>Раздел 2. Динамика кривошипно-шатунного механизма</b>			<b>5</b>

Наименование раздела и темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, ч
Тема 4. Задачи динамического анализа двигателя. Приведение массы шатуна, Приведение вращающихся масс. Силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс. Силы давления газов. Результирующая сила.	Задачи и элементы динамического анализа двигателя.	1. Приведение массы шатуна. 2. Приведение вращающихся масс. 3. Силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс. 4. Силы давления газов. Результирующая сила.	1
Тема 5. Силы, действующих в КШМ рядного двигателя ( $P_{\Sigma}$ , $P_{ш}$ , $N$ , $T$ , $Z$ ). Графическое определение суммарной тангенциальной силы многоцилиндрового четырехтактного (двухтактного) двигателя.	Силы, действующих в КШМ рядного двигателя	1. Аналитическое и графическое определение сил, действующих в КШМ двигателя. 2. Определение суммарной тангенциальной силы многоцилиндрового четырехтактного (двухтактного) двигателя.	1
Тема 6. Силы, действующие на шатунные шейки коленчатого вала. Построение полярной диаграмма сил, действующих на шатунную шейку	Силы, действующие на шатунные шейки коленчатого вала.	1. Силы, действующие на шатунные шейки коленчатого вала. 2. Построение полярной диаграмма сил, действующих на шатунную шейку	1
Тема 7. Силы, действующие на коренные шейки. Построение полярной диаграммы сил, действующих на коренные шейки.	Силы, действующие на коренные шейки двигателя.	1. Силы, действующие на коренные шейки. 2. Построение полярной диаграммы сил, действующих на коренные шейки.	1
Тема 8. Силы, действующие на шатунную и коренную шейки V-образного двигателя. Построение диаграммы износа шейки.	Силы, действующие на шатунную и коренную шейки V-образного двигателя.	1. Силы, действующие на шатунную и коренную шейки V-образного двигателя. 2. Построение диаграммы износа шейки.	1
<b>Раздел 3. Уравновешивание автомобильных и тракторных двигателей</b>			<b>4.5</b>
Тема 9. Общие положения по уравновешиванию двигателей с КШМ. Уравновешивание сил вращающихся масс. Уравновешивание возвратно-поступательно движущихся масс.	Общие положения по уравновешиванию двигателей с КШМ.	1. Общие положения по уравновешиванию двигателей с КШМ. 2. Уравновешивание сил вращающихся масс. 3. Уравновешивание возвратно-поступательно движущихся масс.	1
Тема 10. Уравновешивание одноцилиндрового двигателя. Механизм Ланчестера.	Уравновешивание одноцилиндрового двигателя. Механизм Ланчестера.	1. Уравновешивание одноцилиндрового двигателя. 2. Механизм Ланчестера.	1

Наименование раздела и темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, ч
Тема 11. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами, направленными в одну сторону. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами под углом 180°.	Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя	1. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами, направленными в одну сторону. 2. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами под углом 180°.	1
Тема 12. Уравновешивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и кривошипами под углом 180°. Уравновешивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и общим кривошипом. .	. Уравновешивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и кривошипами под углом 180°. Уравновешивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и общим кривошипом. .	1. Уравновешивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и кривошипами под углом 180°. 2. Уравновешивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и общим кривошипом. .	1
Тема 13. Уравновешивание двухцилиндрового V-образного двигателя с общим кривошипом и углом развала цилиндров 90°. Уравновешивание трехцилиндрового двигателя.	Уравновешивание двухцилиндрового V-образного двигателя	1. Уравновешивание двухцилиндрового V-образного двигателя с общим кривошипом и углом развала цилиндров 90°. 2. Уравновешивание трехцилиндрового двигателя.	0,5
<b>Раздел 4. Равномерность хода двигателя</b>			<b>2</b>
Тема 14. Равномерность хода двигателя. Основные положения. График крутящего момента одноцилиндрового двигателя. Характеристики неравномерности крутящего момента и хода двигателя. Суммарный крутящий момент многоцилиндрового двигателя, передаваемый потребителю энергии.	Равномерность хода двигателя.	1. Равномерность хода двигателя. Основные положения. 2. График крутящего момента одноцилиндрового двигателя 3. Характеристики неравномерности крутящего момента и хода двигателя. 4. Суммарный крутящий момент многоцилиндрового двигателя, передаваемый потребителю энергии.	2
<b>Раздел 5. Крутильные колебания систем коленчатых валов автомобильных и тракторных двигателей</b>			<b>2,5</b>

Наименование раздела и темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, ч
Тема 15. Крутильные колебания. Общие положения. Собственные крутильные колебания системы с одной массой.	Крутильные колебания системы коленчатого вала	1. Крутильные колебания. 2. Общие положения. 3. Собственные крутильные колебания системы с одной массой.	0,5
Тема 16. Затухающие крутильные колебания.	Затухающие крутильные колебания.	1. Затухающие крутильные колебания.	0,5
Тема 17. Вынужденные крутильные колебания системы с одной массой. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.	Вынужденные крутильные колебания	1. Вынужденные крутильные колебания 2. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.	0,5
Тема 18. Собственные крутильные колебания многомассовой системы.	Собственные крутильные колебания многомассовой системы	1. Собственные крутильные колебания многомассовой системы	0,5
Тема 19. Мероприятия, направленные на устранения крутильных колебаний коленчатых валов двигателей. Торсиограф Гейгера.	Мероприятия, направленные на устранения крутильных колебаний коленчатых валов двигателей.	1. Мероприятия, направленные на устранения крутильных колебаний коленчатых валов двигателей. 2. Торсиограф Гейгера.	0,5
<b>Итого</b>			<b>16</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы (таблица 6).

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
Тема 9. Общие положения по уравновешиванию двигателей с КШМ. Уравновешивание сил вращающихся масс. Уравновешивание возвратно-поступательно движущихся масс.	1. Определение центра тяжести шатуна двумя способами	4
Тема 15. Крутильные колебания. Общие положения. Собственные крутильные колебания системы с одной массой.	2. Исследование крутильных колебаний одномассовой системы	4
Тема 18. Собственные крутильные колебания многомассовой системы.	3. Исследование крутильных колебаний многомассовых систем	4
Тема 19. Мероприятия, направленные на устранения крутильных колебаний коленчатых валов двигателей. Торсиограф Гейгера.	4. Торсиографирование двухмассовой крутильной системы	4
<b>Итого</b>	<b>–</b>	<b>16</b>

### 5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

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

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 5. Силы, действующие в КШМ рядного двигателя ( $P_{\Sigma}$ , $P_{ш}$ , $N$ , $T$ , $Z$ ). Графическое определение суммарной тангенциальной силы многоцилиндрового четырехтактного (двухтактного) двигателя.	1. Расчет сил инерции поступательно движущихся масс двигателя. Расчет и построение сил $P_{\Sigma}$ , $P_{ш}$ , $T$ , $N$ , $Z$ , действующих в КШМ двигателя (в среде программирования «Excel»)	Студенты выполняют расчет сил инерции поступательно движущихся масс двигателя. Расчет и построение сил $P_{\Sigma}$ , $P_{ш}$ , $T$ , $N$ , $Z$ , действующих в КШМ двигателя (в среде программирования «Excel»)	4
Тема 6. Силы, действующие на шатунные шейки коленчатого вала. Построение полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку	2. Построение полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку двигателя (в среде программирования «Excel»).	Студенты выполняют построение полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку двигателя (в среде программирования «Excel»).	4
Тема 12. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами, направленными в одну сторону. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами под углом $180^{\circ}$ .	3. Уравновешивание сил инерции, действующих в КШМ рядного двигателя	Студенты выполняют расчет параметров системы уравновешивания сил инерции, действующих в КШМ рядного двигателя	8
<b>Итого</b>	—		<b>16</b>

### 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

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 9. Общие положения по	1. Графо-аналитические методы анализа неуравнове-

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
уравновешиванию двигателей с КШМ. Уравновешивание сил вращающихся масс. Уравновешивание возвратно-поступательно движущихся масс.	шенности ДВС особых схем (например, двигателей с оппозитным или звездообразным расположением цилиндров).
Тема 19. Мероприятия, направленные на устранения крутильных колебаний коленчатых валов двигателей. Торсиограф Гейгера.	1. Применяемые конструкции демпферных устройств, исключающих развитие резонанса в системах двигателя, подверженным колебательным процессам.

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 таблице 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. Введение в дисциплину. Особенности конструкции поршневых ДВС. Кинематические характеристики кривошипно-шатунного механизма (КШМ). Перемещение поршня, скорость поршня, ускорение поршня.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 2. Графические зависимости для перемещения, скорости и ускорения поршня в функции от угла поворота коленчатого вала. Графическое определение ускорения поршня (в функции от перемещения поршня).	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 3. Дезаксиальный кривошипно-шатунный механизм. Кривошипно-шатунный механизм V-образного двигателя с прицепным шатуном.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 4. Задачи динамического анализа двигателя. Приведение массы шатуна, Приведение вращающихся масс. Силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс. Силы давления газов. Результирующая сила.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 5. Силы, действующих в КШМ рядного двигателя ( $P_{\Sigma}$ , $P_{ш}$ , $N$ , $T$ , $Z$ ). Графическое определение суммарной тангенциальной силы многоцилиндрового четырех-	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; самостоятельное выполнение динамических расчетов двигателей различного назначения; подготовка к



тактного (двухтактного) двигателя.	экзамену.
Тема 6. Силы, действующие на шатунные шейки коленчатого вала. Построение полярной диаграмма сил, действующих на шатунную шейку	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 7. Силы, действующие на коренные шейки. Построение полярной диаграммы сил, действующих на коренные шейки.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 8. Силы, действующие на шатунную и коренную шейки V-образного двигателя. Построение диаграммы износа шейки.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 9. Общие положения по уравниванию двигателей с КШМ. Уравнивание сил вращающихся масс. Уравнивание возвратно-поступательно движущихся масс.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение курсового проекта; подготовка к экзамену.
Тема 10. Уравнивание одноцилиндрового двигателя. Механизм Ланчестера.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение курсового проекта; подготовка к экзамену.
Тема 11. Уравнивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами, направленными в одну сторону. Уравнивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами под углом $180^\circ$ .	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение курсового проекта; подготовка к экзамену.
Тема 12. Уравнивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и кривошипами под углом $180^\circ$ . Уравнивание двухцилиндрового двигателя с противоположным расположением цилиндров и общим кривошипом. .	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение курсового проекта; подготовка к экзамену.
Тема 13. Уравнивание двухцилиндрового V-образного двигателя с общим кривошипом и углом развала цилиндров $90^\circ$ . Уравнивание трехцилиндрового двигателя.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; выполнение курсового проекта; подготовка к экзамену.
Тема 14. Равномерность хода двигателя. Основные положения. График крутящего момента одноцилиндрового двигателя. Характеристики неравномерности крутящего момента и хода двигателя. Суммарный крутящий момент многоцилиндрового двигателя, передаваемый потребителю энергии.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 15. Крутильные колебания. Общие положения. Собственные крутильные колебания системы с одной массой.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 16. Затухающие крутильные колебания.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 17. Вынужденные крутильные коле-	Изучение теоретического материала по рекомен-

бания системы с одной массой. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.	дуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 18. Собственные крутильные колебания многомассовой системы.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.
Тема 19. Мероприятия, направленные на устранения крутильных колебаний коленчатых валов двигателей. Торсиограф Гейгера.	Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе; подготовка к лекциям; подготовка к экзамену.

Учебным планом в рамках дисциплины предусмотрено курсовое проектирование.

Выполнение курсового проектирования осуществляется в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в соответствующем разделе электронного курса «Динамика двигателей внутреннего сгорания» информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>).

### 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 10.

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия / Лабораторные работы	Устный экспресс-опрос, экспресс-тестирование.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (устный опрос, защита письменной работы, доклада по результатам самостоятельной работы, рефератов и т.д.); - письменная (письменный опрос, выполнение конспектов, глоссариев, расчетно-графической работы / курсового проекта / курсовой работы и т.д.); - тестовая (бланочное или компьютерное тестирование)	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме экзамена, проводимого в устной / письменной форме. Аттестационное испытание может 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. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
Лекции	Проблемная лекция. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия / Лабораторные работы	Решение практических задач. Тестирование.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Выполнение практического задания / лабораторной работы. Выполнение курсового проекта Подготовка к лекциям. Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к экзамену
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход.
Промежуточная аттестация обучающихся	Экзамен в устной (или письменной форме).

## 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;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- методические указания для выполнения курсового проекта;

– материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Динамика двигателей внутреннего сгорания – автор Обозов А.А. разработчика РПД для обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Энергоустановки для наземного, водного и трубопроводного транспорта», форма обучения – очная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

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

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

1. Обозов А.А. Динамика двигателей внутреннего сгорания. Определение центра тяжести шатуна двумя способами [текст]+[Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение», квалификация выпускника – бакалавр.- Брянск: БГТУ, 2013.- 11 с.

2. Обозов А.А. Динамика двигателей внутреннего сгорания. Исследование крутильных колебаний одностепенной системы [Текст]+[Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение», квалификация выпускника – бакалавр.- Брянск: БГТУ, 2013.-8 с.

3. Обозов А.А. Динамика двигателей внутреннего сгорания. Исследование крутильных колебаний многостепенных систем [Текст]+[Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение», квалификация выпускника – бакалавр.- Брянск: БГТУ, 2013.-10 с.

4. Обозов А.А. Динамика двигателей внутреннего сгорания. Торсионное колебание двухмассовой крутильной системы [Текст]+[Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение», квалификация выпускника – бакалавр.- Брянск: БГТУ, 2013.-19с.

5. Обозов А.А. Динамика двигателей. Уравновешивание рядного поршневого двигателя внутреннего сгорания графоаналитическим методом [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсового проекта для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение», квалификация выпускника – бакалавр. – Брянск: БГТУ, 2014.- 71 с.

6. Обозов А.А. Динамика двигателей. Расчет сил инерции поступательно движущихся масс двигателя. Расчет и построение сил  $P_{\Sigma}$ ,  $P_{ш}$ ,  $T$ ,  $N$ ,  $Z$ , действующих в КШМ двигателя (в среде программирования «Excel»): методические указания к выполнению практической работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 13.03.03 – Энергетическое машиностроение, профиль «Двигатели внутреннего сгорания»/ [разраб. А.А.Обозов]. – Брянск: БГТУ, 2021.– 20с.– [URL:http://mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2/Found.asp](http://mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2/Found.asp). – (Дата публикации ). – Режим доступа для зарегистрированных читателей НБ БГТУ. – Текст электронный.

7. Обозов А.А. Динамика двигателей. Построение полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку двигателя (в среде программирования «Excel»): методические указания к выполнению практической работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 13.03.03 – Энергетическое машиностроение, профиль «Двигатели внутреннего сгорания» / [разраб. А.А.Обозов]. – Брянск: БГТУ, 2021. – 23 с. – [URL:http://mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2/Found.asp](http://mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2/Found.asp). – (Дата публикации ). – Режим доступа для зарегистрированных читателей НБ БГТУ. – Текст электронный.

8. Обозов А.А. Динамика двигателей. Уравновешивание сил инерции, действующих в КШМ рядного двигателя : методические указания к выполнению практической работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 13.03.03 –Энергетическое машиностроение, профиль «Двигатели внутреннего сгорания» / [разраб. А.А.Обозов]. – Брянск: БГТУ, 2021. –15 с. – [URL:http://mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2/Found.asp](http://mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2/Found.asp). – (Дата публикации ). – Режим доступа для зарегистрированных читателей НБ БГТУ. – Текст электронный.

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

### ***а) основная литература***

1. Автомобильные двигатели: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [М.Г.Шатров, К.А.Морозов, И.В.Алексеев и др.]; под ред. М.Г.Шатрова. - 2-е изд., испр. - М. : Издательский центр «Академия», 2011. - 464 с.

2. Кавтарадзе, Р.З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы/ Р.З. Кавтарадзе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.

3. Колчин, А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие/ А.И. Колчин [и др.]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/>.

4. Колчин, А.М. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов/А.И.Колчин, В.П.Демидов.-4-е изд., стер.- М.: Высш. школа.- 2008.-496 с.

5. Дьяченко, Н.Х. Теория двигателей внутреннего сгорания/ Н.Х. Дьяченко [и др.]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/>.

6. Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов/ В.Н. Луканин [и др.]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/>.

#### ***б) дополнительная литература***

1. Чистяков, В.К. Динамика поршневых и комбинированных ДВС / М.: Машиностроение, 1989.-255 с.

5. Орлин, А.С. и др. Конструкция и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей / под ред. А.С.Орлина, М.Г.Круглова.- М.: Машиностроение, 1984.-379 с.

2. Попык, К.Г. Автомобильные и тракторные двигатели. Часть 2. / М.: Высшая школа, 1976.-280 с.

3. Ваншейдт, В.А. Судовые двигатели внутреннего сгорания /Л.: Судостроение, 1977.- 390 с.

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

- 1). Сайт научной библиотеки БГТУ (<https://libri.tu-bryansk.ru>)
- 2). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
- 3). Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
- 4). Электронно-библиотечная система ИД «Гребенников» (<https://grebennikon.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). Операционная система класса Microsoft Windows.
- 2). Пакет офисных прикладных программ OpenOffice или Microsoft Office.

- 3). Система автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D».
- 4). Справочная правовая система «КонсультантПлюс»

...

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий и организации защиты курсовых проектов, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения лабораторных работ с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном / лаборатория со специализированным оборудованием для проведения лабораторных работ;
- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций, зачета, зачета с оценкой, экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

## **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, прочитать 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).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);
- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

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

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

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.

**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 структуру 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:

- устные экспресс-опросы;
- групповые дискуссии;
- выполнение практических заданий;
- письменное или компьютерное экспресс-тестирование и др.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том слу-

чае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

**Организация лабораторных занятий по дисциплине** направлена на следующие цели и задачи:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов и положений;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Порядок подготовки лабораторного занятия:

- изучение требований программы дисциплины;
- формулировка цели и задач лабораторного занятия;
- разработка плана проведения лабораторного занятия;
- подбор содержания лабораторного занятия;
- разработка необходимых для лабораторного занятия инструкционных карт;
- моделирование лабораторного занятия;
- проверка специализированной лаборатории на соответствие санитарно-гигиеническим нормам, требованиям по безопасности и технической эстетике;
- проверка количества лабораторных мест, необходимых и достаточных для достижения поставленных целей обучения;
- проверка материально-технического обеспечения лабораторных занятий на соответствие требованиям программы дисциплины.

Формы проведения лабораторных занятий:

- фронтальная;
- по циклам;
- индивидуальная;
- смешанная (комбинированная).

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их выполнению:

- на основе рецептурных действий обучающихся, когда они проявляют умение работать преимущественно в стандартных условиях, отраженных в руководстве по лабораторному практикуму;
- на основе частично поисковых действий, когда обучающиеся могут действовать достаточно самостоятельно, решать несложные творческие задачи при подсказке или непосредственном руководстве преподавателя;
- на основе активных творческих действий обучающихся, когда они проявляют способность действовать в условиях, близких к реальным, используя запас приобретенных знаний.

**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, выполнение курсового проекта.

Выполнение курсового проекта по дисциплине предусматривает информирование студентов о ее целях, структуре, выдачу методических указаний и задания, разъяснения по выбору варианта, ознакомление с порядком и сроками сдачи готовых материалов, проведение индивидуальных консультаций и разъяснение отдельных вопросов при необходимости.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий и др.

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

## 11.2. Методические материалы для обучающихся

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (таблица 12).

Таблица 12 – 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 лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. 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 к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литерату-

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
	ры, 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.
Лабораторные работы	Подготовка к эксперименту (ознакомление с целью и задачами, ходом лабораторной работы, работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, подготовка таблиц для фиксирования хода и результатов опытно-экспериментальной работы и др.). Проведение измерений (вводный и текущий инструктаж, проведение опытов и экспериментов). Обработка полученных результатов; формулировка выводов и написание отчета. Защита отчета по лабораторной работе.
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
Выполнение курсового проекта	При выполнении курсового проекта, обучающемуся следует придерживаться методических указаний. Предусмотрен следующий алгоритм действий: выбор варианта курсового проекта, подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для написания теоретического раздела/решения практических задач, проведение расчетов по исходным данным и анализ полученных значений, формулирование выводов по полученным результатам. Выполненная работа передается преподавателю на проверку. При необходимости осуществляется доработка отдельных частей работы с учетом требований и замечаний преподавателя.
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 таблице 13.

Таблица 13 – 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>
ПК-5.1	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-19). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-19). 3. Курсовой проект	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ПК-5.2	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-19). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-19). 3. Курсовой проект	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине
ПК-5.3...	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-19). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-19) 3. Курсовой проект.	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине ...

## 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 практические работы, 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 практические работы 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 практические работы 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 практических работ, не защитил или защитил их 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).

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 экза-

мена используется шкала оценивания, представленная в таблице 14.

Таблица 14 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий («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.
Повышенный («хорошо»)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый («удовлетворительно»)	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.
Низкий (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 серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при выполнении и защите курсового проекта оценивается по пятибалльной системе. Шкала оценивания представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания, применяемая при выполнении и защите курсового проекта

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
«отлично»	<b>а) Содержание работы:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа полностью соответствует теме исследования;</li> <li>– грамотно обоснована актуальность работы;</li> <li>– обучающийся показывает глубокую общетеоретическую подготовку;</li> </ul>

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся корректно использует терминологический аппарат;</li> <li>– в работе используются актуальные источники, нормативные документы, законодательные акты;</li> <li>– обучающийся демонстрирует умение работать с различными видами источников информации, в том числе с данными, полученными экспериментальным путем и с электронными библиотечными системами вуза;</li> <li>– обучающийся проявляет умение обобщать, систематизировать и научно классифицировать материал;</li> <li>– исследование завершается научно-значимыми выводами и/или практическими рекомендациями.</li> </ul> <p><b>б) Владение навыками научного исследования:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся владеет методологическими подходами к изучению предмета исследования и конкретными методиками;</li> <li>– обучающийся умеет грамотно составить программу исследования (определить научную проблему, объект, предмет, цели, задачи, подобрать методы исследования), обосновать научную новизну и/или практическую значимость данного исследования;</li> <li>– обучающийся умеет делать аргументированные выводы, соответствующие поставленным целям и задачам;</li> <li>– обучающийся умеет предложить варианты использования результатов исследования в профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>в) Оформление курсовой работы (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа оформлена в соответствии с локальными актами.</li> </ul> <p><b>г) Защита курсовой работы (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся в устном выступлении на защите адекватно представляет результаты исследования;</li> <li>– обучающийся аргументированно отвечает на вопросы и ведет научную дискуссию;</li> <li>– обучающийся владеет научным стилем изложения;</li> <li>– обучающийся владеет понятийным аппаратом.</li> </ul>
«хорошо»	<p><b>а) Содержание работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– полностью соответствует теме исследования;</li> <li>– актуальность работы обоснована недостаточно аргументированно;</li> <li>– обучающийся показывает достаточную общетеоретическую подготовку, допуская погрешности в использовании терминологического аппарата;</li> <li>– обзор теоретических и практических наработок по проблеме имеет описательный, а не аналитический характер;</li> <li>– источниковая база исследования недостаточно широкая;</li> <li>– обучающийся демонстрирует умение работать с различными видами источников, в том числе с данными, полученными экспериментальным путем;</li> <li>– обучающийся проявляет способности обобщать, систематизировать и научно классифицировать материал;</li> <li>– в работе отсутствуют научно-значимые выводы и/или практические результаты.</li> </ul> <p><b>б) Владение навыками научного исследования:</b></p>

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не обоснована научная новизна и практическая значимость данного исследования;</li> <li>– присутствуют отдельные недочеты в программе исследования (недостаточно аргументированно определена научная проблема, неверно сформулированы объект, предмет, цели, задачи, методы исследования подобраны не вполне корректно);</li> <li>– выводы исследования недостаточно аргументированны, не соответствуют поставленным целям и задачам.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>в) Оформление курсовой работы (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа оформлена в соответствии с локальными актами.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>г) Защита курсовой работы (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся в устном выступлении на защите адекватно представляет результаты исследования;</li> <li>– обучающийся владеет научным стилем изложения;</li> <li>– обучающийся владеет понятийным аппаратом;</li> <li>– обучающийся во время защиты не смог ответить на ряд вопросов по предмету исследования.</li> </ul>
«удовлетворительно»	<p style="text-align: center;"><b>а) Содержание работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– частично соответствует теме исследования;</li> <li>– не обоснована актуальность работы;</li> <li>– обучающийся обнаружил удовлетворительные знания по предмету;</li> <li>– в работе отсутствует обзор теоретических и практических наработок по проблеме;</li> <li>– источниковая база исследования недостаточно широка, обучающийся использует лишь данные научной литературы;</li> <li>– обучающийся не сумел продемонстрировать умение работать с различными видами источников;</li> <li>– в работе отсутствуют научно-значимые выводы или практические результаты.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>б) Оформление курсовой работы (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа оформлена в соответствии с локальными актами.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>в) Защита курсовой работы (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в устном выступлении на защите обучающийся не может адекватно представить результаты исследования;</li> <li>– обучающийся отстает от научного стиля изложения;</li> <li>– обучающийся затрудняется в аргументации, отвечая на вопросы по теме работы.</li> </ul>
«неудовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– имеются принципиальные замечания по пяти и более параметрам курсовой работы (проекта);</li> <li>– обучающийся допустил грубые теоретические ошибки, не владеет навыками исследования.</li> </ul>

## 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.



## 12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

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

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Динамика двигателей внутреннего сгорания», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования ([edu.tu-bryansk.ru](http://edu.tu-bryansk.ru)), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Динамика двигателей внутреннего сгорания».

## 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» воспитание - «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, гражданской ответственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Оте-

чества, 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».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

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, самостоятельно мыслить, стремление к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения.