

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан дорожно-транспортного  
факультета \_\_\_\_\_ В.Л. Тюнин  
« 26 » \_\_\_\_\_ 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Двигатели внутреннего сгорания»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Техника строительного комплекса

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / очно-заочная

Год начала подготовки 2023 / 2023

Автор программы \_\_\_\_\_ / В.Л. Тюнин /

Заведующий кафедрой  
Строительной техники и  
инженерной механики \_\_\_\_\_ / В.А. Жулай /

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / Н.М. Волков /

Воронеж 2022

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Преподаваемая дисциплина предназначена для подготовки студентов к практической работе в области проектирования и эксплуатации энергетических установок строительной техники.

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

Задачами преподавания дисциплины является обеспечение знаниями студентов конструкций, теории и расчета основных узлов и систем энергетических установок, а также рационального их применения и согласования работы с основными узлами строительной техники.

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

Дисциплина «Двигатели внутреннего сгорания» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

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

Процесс изучения дисциплины «Двигатели внутреннего сгорания» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен проектировать конструкции и разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы строительной техники

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-1	Знать методики проведения расчетов систем строительной техники; принципы работы и условия эксплуатации строительной техники
	Уметь анализировать влияние изменений конструкции на выходные характеристики строительной техники; анализировать результаты расчета и формировать рекомендации по изменению конструкции
	Владеть анализом типовых конструкций строительной техники и конструктивных решений; анализом условий эксплуатации проектируемых конструкций строительной техники

## **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Двигатели внутреннего сгорания» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	36	36
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	-	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	-
<b>Самостоятельная работа</b>	63	36	27
<b>Курсовая работа</b>	+		+
Часы на контроль	45	-	45
Виды промежуточной аттестации			
- зачет,	+	+	
- экзамен	+		+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

### очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	82	54	28
В том числе:			
Лекции	50	36	14
Практические занятия (ПЗ)	14	-	14
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	-
<b>Самостоятельная работа</b>	62	36	26
<b>Курсовая работа</b>	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации			
- зачет,	+	+	
- экзамен	+		+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	90	90
зач.ед.	5	2,5	2,5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в курс	Основные положения, задачи	4	-	-	5	9

	«Двигатели внутреннего сгорания»	курса. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) как основные энергетические установки строительной техники. Краткий исторический обзор развития ДВС. Классификация, основные определения, параметры и рабочий процесс. Основные направления развития энергетических установок.					
2	Идеальные и действительные циклы двигателей внутреннего сгорания	Условия выполнения идеального цикла. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме и давлении. Цикл установки с механическим и газотурбинным наддувом. Диаграмма действительного цикла двигателей внутреннего сгорания, отличие от диаграммы идеального цикла. Действительные циклы четырех и двухтактных ДВС. Основные показатели действительных циклов.	2	2	-	6	10
3	Процессы газообмена	Процесс впуска и выпуска. Смесеобразование в ДВС. Процесс сжатия. Процесс сгорания топлива. Процесс расширения. Фазы газораспределения.	6	2	-	5	13
4	Индикаторные и эффективные показатели	Индикаторные показатели: индикаторная работа, среднее индикаторное давление, индикаторная мощность, к.п.д., расход топлива. Основные расчетные зависимости. Эффективные показатели: эффективная мощность, мощность механических потерь, к.п.д., удельный и часовой расходы топлива.	2	4	-	5	11
5	Характеристики ДВС	Назначение характеристик ДВС. Стендовые характеристики ДВС (регулирующая, скоростная и регуляторная). Характерные режимы	2	8	-	6	16

		работы ДВС. Расчет и построение теоретической регуляторной характеристики дизельного двигателя.					
6	Топливо, применяемое в ДВС и тепловой баланс	Виды и свойства топлив применяемых в ДВС. Токсичность отработавших газов. Уравнение теплового баланса ДВС. Тепловой баланс бензинового двигателя. Тепловой баланс дизельного двигателя.	2	2	-	5	9
7	Основные узлы системы ДВС. Кривошипно-шатунный механизм	Общее устройство ДВС. Назначение основных узлов и систем. Кривошипно-шатунный механизм. Кинематическая и динамическая схемы кривошипно-шатунного механизма.	4	-	4	5	13
8	Механизмы газораспределения ДВС	Типы и устройство механизмов газораспределения. Классификация. Кинематика механизма газораспределения.	2	-	2	5	9
9	Система питания дизельных и бензиновых двигателей	Устройство системы питания бензинового двигателя. Система питания дизельного двигателя. Особенности работы газовых двигателей.	4	-	4	5	13
10	Системы смазки и охлаждения ДВС	Типы систем смазки и охлаждения, применяемые на современных ДВС. Устройство систем смазки и охлаждения. Основные параметры систем смазки и охлаждения.	4	-	4	5	13
11	Системы зажигания и пуска	Назначение и виды систем зажигания. Источники тока. Способы пуска ДВС. Пусковые устройства. Пуск двигателя в условиях отрицательных температур окружающей среды.	2	-	4	5	11
12	Способы повышения мощности и эффективности эксплуатации ДВС. Рекомендации по выбору ДВС	Оптимизация параметров ДВС. Особенности работы и выбор ДВС наземных транспортно-технологических средств. Техника безопасности при	2	-	-	6	8

		эксплуатации ДВС.						
			Итого	36	18	18	63	135

### очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек ц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего , час
1	Введение в курс «Двигатели внутреннего сгорания»	Основные положения, задачи курса. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) как основные энергетические установки строительной техники. Краткий исторический обзор развития ДВС. Классификация, основные определения, параметры и рабочий процесс. Основные направления развития энергетических установок.	4	-	-	5	9
2	Идеальные и действительные циклы двигателей внутреннего сгорания	Условия выполнения идеального цикла. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме и давлении. Цикл установки с механическим и газотурбинным наддувом. Диаграмма действительного цикла двигателей внутреннего сгорания, отличие от диаграммы идеального цикла. Действительные циклы четырех и двухтактных ДВС. Основные показатели действительных циклов.	6	2	-	5	13
3	Процессы газообмена	Процесс впуска и выпуска. Смесеобразование в ДВС. Процесс сжатия. Процесс сгорания топлива. Процесс расширения. Фазы газораспределения.	6	2	-	5	13
4	Индикаторные и эффективные показатели	Индикаторные показатели: индикаторная работа, среднее индикаторное давление, индикаторная мощность, к.п.д., расход топлива. Основные расчетные зависимости. Эффективные показатели:	4	4	-	5	13

		эффективная мощность, мощность механических потерь, к.п.д., удельный и часовой расходы топлива.					
5	Характеристики ДВС	Назначение характеристик ДВС. Стендовые характеристики ДВС (регулирующая, скоростная и регуляторная). Характерные режимы работы ДВС. Расчет и построение теоретической регуляторной характеристики дизельного двигателя.	6	4	-	5	15
6	Топливо, применяемое в ДВС и тепловой баланс	Виды и свойства топлив применяемых в ДВС. Токсичность отработавших газов. Уравнение теплового баланса ДВС. Тепловой баланс бензинового двигателя. Тепловой баланс дизельного двигателя.	4	2	-	5	11
7	Основные узлы системы ДВС. Кривошипно-шатунный механизм	Общее устройство ДВС. Назначение основных узлов и систем. Кривошипно-шатунный механизм. Кинематическая и динамическая схемы кривошипно-шатунного механизма.	6	-	4	5	15
8	Механизмы газораспределения ДВС	Типы и устройство механизмов газораспределения. Классификация. Кинематика механизма газораспределения.	2	-	2	5	9
9	Система питания дизельных и бензиновых двигателей	Устройство системы питания бензинового двигателя. Система питания дизельного двигателя. Особенности работы газовых двигателей.	4	-	4	5	13
10	Системы смазки и охлаждения ДВС	Типы систем смазки и охлаждения, применяемые на современных ДВС. Устройство систем смазки и охлаждения. Основные параметры систем смазки	4	-	4	5	13

		и охлаждения.					
11	Системы зажигания и пуска	Назначение и виды систем зажигания. Источники тока. Способы пуска ДВС. Пусковые устройства. Пуск двигателя в условиях отрицательных температур окружающей среды.	2	-	4	6	12
12	Способы повышения мощности и эффективности эксплуатации ДВС. Рекомендации по выбору ДВС	Оптимизация параметров ДВС. Особенности работы и выбор ДВС наземных транспортно-технологических средств. Техника безопасности при эксплуатации ДВС.	2	-	-	6	8
<b>Итого</b>			<b>50</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>62</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час), очно/ очно-заочно
1.	Общее устройство и кинематика кривошипно-шатунного механизма ДВС.	4/4
2.	Общее устройство и кинематика механизма газораспределения ДВС.	2/2
3.	Изучение систем питания бензиновых и дизельных ДВС.	4/4
4.	Изучение систем смазки и охлаждения ДВС.	4/4
5.	Изучение систем зажигания и пуска ДВС.	4/4

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной формы и 8 семестре очно-заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчёт двигателя внутреннего сгорания, марка двигателя по заданию преподавателя»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Тепловой расчет двигателя и построение индикаторной диаграммы;
- Тепловой баланс;
- Определение основных параметров двигателя;
- Определение характерных точек регуляторной характеристики;
- Построение регуляторной характеристики.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

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

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать методики проведения расчетов систем строительной техники; принципы работы и условия эксплуатации строительной техники	Знает методики проведения расчетов систем строительной техники; принципы работы и условия эксплуатации строительной техники	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь анализировать влияние изменений конструкции на выходные характеристики строительной техники; анализировать результаты расчета и формировать рекомендации по изменению конструкции	Умеет анализировать влияние изменений конструкции на выходные характеристики строительной техники; анализировать результаты расчета и формировать рекомендации по изменению конструкции	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть анализом типовых конструкций строительной техники и конструктивных решений; анализом условий эксплуатации проектируемых конструкций строительной техники	Владеет анализом типовых конструкций строительной техники и конструктивных решений; анализом условий эксплуатации проектируемых конструкций строительной техники	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

## 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной и 7, 8 для очно-заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать методики проведения расчетов систем строительной техники; принципы работы и условия эксплуатации строительной техники	Тест, устный опрос	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь анализировать влияние изменений конструкции на выходные характеристики строительной техники; анализировать результаты расчета и формировать рекомендации по изменению конструкции	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть анализом типовых конструкций строительной техники и конструктивных решений; анализом условий эксплуатации проектируемых конструкций строительной техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать методики проведения расчетов систем строительной техники; принципы работы и условия эксплуатации строительной техники	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь анализировать влияние изменений конструкции на выходные характеристики строительной техники; анализировать результаты расчета и формировать рекомендации по изменению конструкции	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть анализом типовых конструкций	Решение прикладных	Задачи решены в	Продемонстрирован верный	Продемонстрирован	Задачи не решены

	строительной техники и конструктивных решений; анализом условий эксплуатации проектируемых конструкций строительной техники	задач в конкретной предметной области	полном объеме и получены верные ответы	ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	верный ход решения в большинстве задач	
--	---	---------------------------------------	--	--	--	--

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

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

1. Что называют литражом двигателя?

- а) пространство внутри цилиндра, освобождаемое поршнем при его движении от ВМТ до НМТ;
- б) сумма рабочих объёмов всех цилиндров, выраженных в литрах;
- в) величина давления в цилиндре к концу такта сжатия;
- г) рабочий объём цилиндра и объём камеры сгорания вместе взятые.

2. Что называют тактом в работе двигателя?

- а) Процесс, происходящий в цилиндре за один ход поршня.
- б) Совокупность процессов, совершающихся в цилиндре четырехтактного двигателя за два оборота коленчатого вала.
- в) Процессы, происходящие в цилиндре за полтора оборота коленчатого вала, кроме сгорания и расширения.
- г) Процесс сгорания и расширения рабочей смеси в цилиндре.

3. Что называют рабочим ходом?

- а) Процесс, происходящий в цилиндре за один ход поршня.
- б) Совокупность процессов, совершающихся в цилиндре четырехтактного двигателя за два оборота коленчатого вала.
- в) Процессы, происходящие в цилиндре за полтора оборота коленчатого вала, кроме сгорания и расширения.
- г) Процесс сгорания и расширения рабочей смеси в цилиндре.

4. К каким двигателям относится двигатель с частотой вращения коленчатого вала от 1000 до 2000 об/мин?

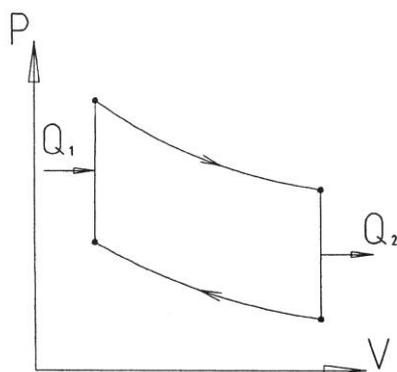
- а) тихоходным;
- б) среднеоборотным;
- в) быстроходным;
- г) малооборотным.

5. Степенью сжатия называют:

- а) Отношение полного объёма цилиндра к объёму камеры сгорания;
- б) Отношение объёма камеры сгорания к полному объёму цилиндра;
- в) Величину давления в конце такта сжатия.

6. Что понимается под рабочим циклом двигателя?
- Процесс, происходящий в цилиндре за один ход поршня.
  - Совокупность процессов, совершающихся в цилиндре четырехтактного двигателя за два оборота коленчатого вала.
  - Процессы, происходящие в цилиндре за полтора оборота коленчатого вала, кроме сгорания и расширения.
  - Процесс сгорания и расширения рабочей смеси в цилиндре.

7. По рисунку назовите цикл работы в ДВС?



- Цикл с подводом теплоты при  $P = \text{const}$
- Цикл с подводом теплоты при  $V = \text{const}$
- Цикл с подводом теплоты при  $P = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ .

8. Что называют полным объёмом цилиндра?

- пространство внутри цилиндра, освобождаемое поршнем при его движении от ВМТ до НМТ ;
- величина давления в цилиндре к концу такта сжатия;
- сумма рабочих объёмов всех цилиндров, выраженных в литрах;
- рабочий объём цилиндра и объём камеры сгорания вместе взятые.

9. Какое обозначение имеет часовой расход топлива двигателя?

- Ne;
- ge;
- Ge.

10. Что поступает в цилиндр дизельного двигателя при такте «впуск»?

- смесь дизельного топлива и воздуха;
- очищенный воздух;
- смесь бензина и воздуха;
- сжатый, очищенный воздух.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какой механизм предназначен для преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала двигателя?

- кривошипно-шатунный;
- газораспределения.

2. Какое из перечисленных ниже видов охлаждения не является системой охлаждения ДВС?

- а) воздушное;
- б) масляное;
- в) жидкостное

3. Какая система предназначена для подачи топлива в дизельных двигателях?

- а) система пуска;
- б) система питания;
- в) система зажигания.

4. Какое основное назначение распределительного вала?

- а) Своевременно открывать и закрывать клапаны в определенной последовательности.
- б) Осуществлять привод распределительного вала.
- в) Приводить в действие коромысла газораспределительного механизма.
- г) Приводить в действие штанги газораспределительного механизма.

5. Какое обозначение имеет мощность?

- а) Ne;
- б) ge;
- в) Ge;
- г) Me.

6. Какое основное назначение распределительной шестерни?

- а) Своевременно открывать и закрывать клапаны в определенной последовательности.
- б) Осуществлять привод распределительного вала.
- в) Приводить в действие коромысла газораспределительного механизма.
- г) Приводить в действие штанги газораспределительного механизма.

7. Какая система предназначена для принудительного воспламенения горючей смеси в цилиндрах?

- а) система пуска;
- б) система питания;
- в) система зажигания;
- г) система охлаждения.

8. За счет чего воспламеняется горючая смесь в дизельном двигателе?

- а) за счёт свечи накаливания;
- б) за счёт форсунки;
- в) за счёт давления газа;
- г) за счёт самовоспламенения.

9. В какой последовательности происходят такты в 4-х тактном ДВС?

- а) впуск, рабочий ход, сжатие, выпуск;
- б) впуск, сжатие, рабочий ход, выпуск;
- в) выпуск, сжатие, рабочий ход, впуск;
- г) выпуск, рабочий ход, сжатие, впуск.

10. Перечислите способы подачи масла к трущимся частям ДВС.

- а) разбрызгиванием, под давлением, комбинированно;
- б) комбинированный, термосифонный, принудительный;
- в) масляным насосом и разбрызгиванием;
- г) разбрызгиванием, под давлением, совмещенно.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какое свойство топлива определяется удельной массой одного кубического сантиметра топлива?

- а) Детонационное свойство;
- б) Октановое число;
- в) Плотность;
- г) Теплотворность.

2. Как называется 1-й такт 4-х тактного двигателя?

- а) рабочий ход;
- б) впуск;
- в) сжатие;
- г) выпуск.

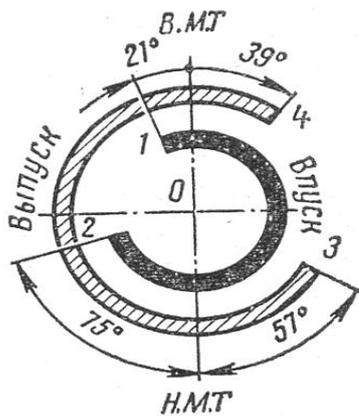
3. Какой такт совершается в цилиндре дизельного двигателя при движении поршня вверх при закрытых клапанах?

- а) Впуск воздуха.
- б) Рабочий ход.
- в) Сжатие воздуха.
- г) Выпуск отработавших газов.

4. Какой такт совершается в цилиндре дизельного двигателя при движении поршня вниз при одном закрытом клапане, а другом открытом?

- а) Впуск воздуха.
- б) Рабочий ход.
- в) Впуск горючей смеси.
- г) Выпуск отработавших газов.

5. Что обозначено на рисунке диаграммы фаз газораспределения позицией 1?



- а) момент закрытия впускного клапана;
- б) момент открытия выпускного клапана;
- в) момент закрытия выпускного клапана;
- г) момент открытия впускного клапана.

6. Как называется 3-й такт 4-х тактного двигателя?

- а) рабочий ход;
- б) впуск;
- в) выпуск;
- г) сжатие.

7. Какой такт совершается в цилиндре дизельного двигателя при движении поршня вверх при одном открытом клапане, а другом закрытом?

- а) Впуск воздуха.
- б) Рабочий ход.
- в) Сжатие воздуха.
- г) Выпуск отработавших газов.

8. Какой такт совершается в цилиндре дизельного двигателя при движении поршня вниз при закрытых клапанах?

- а) Впуск воздуха.
- б) Рабочий ход.
- в) Сжатие воздуха.
- г) Сжатие горючей смеси.

9. Перечислите детали, которые входят в КШМ,

- а) блок цилиндров, головка блока цилиндров, коленчатый вал, шатун, поршень;
- б) блок цилиндров, коленчатый вал, шатун, клапан, маховик;
- в) блок цилиндров, коленчатый вал, шатун, термостат, поршневой палец, поршень;
- г) головка блока цилиндров, коленчатый вал, поршневой палец, распределительный вал.

10. Назначение маховика?

- а) соединять двигатель и стартер;
- б) преобразовать возвратно-поступательное движение во вращательное;
- в) обеспечивать подачу горючей смеси;
- г) накапливать кинетическую энергию во время рабочего хода.

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

1. Назовите основные механизмы и системы ДВС.
2. Назначение и классификация кривошипно-шатунного механизма?
3. Приведите схему кривошипно-шатунного механизма и перечислите детали, которые входят в него.
4. Приведите расчётную формулу для определения перемещения поршня.
5. Приведите расчётную формулу для определения скорости движения поршня.
6. Приведите расчётную формулу для определения ускорения поршня.
7. Постройте диаграмму перемещения поршня.
8. Постройте диаграмму скорости движения поршня.
9. Постройте диаграмму ускорения поршня.
10. Назначение и классификация механизма газораспределения?
11. Приведите устройство механизма газораспределения с верхним и нижним расположением клапанов.
12. Приведите расчётную формулу для определения перемещения толкателя.
13. Приведите расчётную формулу для определения скорости движения толкателя.
14. Приведите расчётную формулу для определения ускорения толкателя.
15. Постройте диаграмму перемещения толкателя.
16. Постройте диаграмму скорости движения толкателя.
17. Постройте диаграмму ускорения толкателя.
18. Назначение и устройство системы питания карбюраторного двигателя?
19. Приведите схему простейшего карбюратора, объясните его устройство и принцип работы.
20. Что такое характеристика простейшего карбюратора.
21. Как влияют конструктивные особенности на характеристику?
22. Приведите схему топливной системы дизельного двигателя.
23. Устройство и принцип работы ТНВД.
24. Приведите схему и объясните принцип действия насосного элемента ТНВД.
25. Из каких основных узлов состоит система смазки дизельного двигателя.
26. Из каких основных узлов состоит система смазки карбюраторного двигателя?
27. Основные параметры системы смазки, их расчёт.
28. Виды систем смазки, требования к смазыванию деталей двигателя.
29. Из каких основных узлов состоит система охлаждения дизельного двигателя.
30. Из каких основных узлов состоит система охлаждения карбюраторного двигателя?
31. Классификация систем охлаждения ДВС.
32. Приведите схему воздушного охлаждения.
33. Приведите схему жидкостного охлаждения.

34. Основные параметры системы охлаждения, их расчёт.
35. Назначение и устройство системы зажигания карбюраторного двигателя?
36. Приведите схему батарейного зажигания двигателей.
37. Назначение и классификация систем пуска.
38. Приведите схему пуска электрическим стартером.
39. Назовите меры по улучшению пуска дизельного двигателя при отрицательных температурах.

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

1. Назначение и классификация ДВС.
2. Краткая история и основные направления развития ДВС.
3. Что такое идеальный (термодинамический) цикл? Условия выполнения идеального цикла.
4. Приведите диаграммы циклов с подводом теплоты при постоянном объёме и при постоянном давлении.
5. Приведите диаграмму цикла при смешанном подводе теплоты.
6. Для чего применяют наддув? Приведите основные схемы наддува.
7. В чём отличие механического от газотурбинного наддува?
8. Перечислите основные показатели термодинамических циклов.
9. Что такое действительный цикл, чем действительный цикл отличается от термодинамического?
10. Приведите индикаторную диаграмму четырёхтактного ДВС и опишите её.
11. Какие отличия имеет действительный цикл двухтактного ДВС от четырёхтактного?
12. Какими показателями характеризуется действительный цикл?
13. Назначение, классификация и кинематика кривошипно-шатунного механизма.
14. Назначение, классификация и кинематика механизма газораспределения.
15. Рабочие циклы дизельного и бензинового четырёхтактных двигателей.
16. Что происходит в цилиндре во время тактов впуска и сжатия в дизельном и карбюраторном двигателе?
17. Что происходит в цилиндре во время тактов рабочий ход и выпуск в дизельном и карбюраторном двигателе?
18. Расчёт параметров процессов газообмена.
19. Что такое диаграмма фаз газораспределения? Приведите пример диаграммы.
20. Для какой цели служат углы опережения и запаздывания открытия и закрытия клапанов? Что происходит во время перекрытия клапанов?
21. Назовите индикаторные и эффективные показатели ДВС.
22. Приведите расчётные формулы для нахождения индикаторных показателей.
23. Приведите расчётные формулы для нахождения эффективных

показателей.

24. Влияние основных факторов на индикаторные и эффективные показатели ДВС.
25. Как связаны между собой индикаторные и эффективные показатели ДВС? Что такое механические потери двигателя и из чего они складываются?
26. Приведите выражение теплового баланса ДВС. По каким формулам находятся составляющие теплового баланса ДВС?
27. Какое количество тепла превращается в полезную работу в дизельных и карбюраторных двигателях?
28. Приведите примерное процентное соотношение составляющих теплового баланса. Какие потери тепла входят в последний член теплового баланса.
29. Перечислите типы характеристик ДВС, как их получают.
30. Приведите аналитические выражения для построения регуляторной характеристики ДВС.
31. Приведите схемы соединения ДВС-ГДП.
32. Основные пути оптимизации параметров ДВС.
33. В чём особенность работы ДВС транспортно-технологических машин.
34. По каким параметрам подбирают ДВС для транспортно-технологических машин.
35. Охрана труда и техника безопасности при эксплуатации ДВС.

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

Зачет может проводиться по итогам текущего контроля успеваемости путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

1. Оценка «Незачтено» ставится в случае, если:

- Студент демонстрирует небольшое понимание вопросов и заданий.

Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.

- Студент демонстрирует непонимание вопросов и заданий.

- У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если:

- Студент демонстрирует полное понимание вопросов и заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

- Студент демонстрирует значительное понимание вопросов и заданий.

Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

- Студент демонстрирует частичное понимание вопросов и заданий.

Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.

При проведении зачета допускается замена части теоретических вопросов практическими заданиями в виде тест-вопросов.

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если:

- Студент демонстрирует небольшое понимание экзаменационных вопросов и заданий. Многие требования, предъявляемые к ним не выполнены.

- Студент демонстрирует непонимание экзаменационных вопросов и заданий.

- У студента нет ответа на экзаменационные вопросы и задания. Не было попытки их выполнить.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если:

- В основном правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на экзаменационные вопросы при неточностях и несущественных ошибках в освещении отдельных положений.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если:

- У студента последовательные, правильные, конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета; при отдельных несущественных неточностях.

4. Оценка «Отлично» ставится, если:

- У студента логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы.

При проведении экзамена допускается замена одного из теоретических вопросов билета практическими заданиями в виде тест-вопросов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в курс «Двигатели внутреннего сгорания»	ПК-1	Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к зачету, вопросы к экзамену
2	Идеальные и действительные циклы двигателей внутреннего сгорания	ПК-1	Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к зачету, вопросы к экзамену
3	Процессы газообмена	ПК-1	Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к зачету, вопросы к экзамену
4	Индикаторные и эффективные показатели	ПК-1	Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к

			зачету, вопросы к экзамену
5	Характеристики ДВС	ПК-1	Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к зачету, вопросы к экзамену
6	Топливо, применяемое в ДВС и тепловой баланс	ПК-1	Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к зачету, вопросы к экзамену
7	Основные узлы системы ДВС. Кривошипно-шатунный механизм		Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
8	Механизмы газораспределения ДВС		Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
9	Система питания дизельных и бензиновых двигателей		Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
10	Системы смазки и охлаждения ДВС		Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
11	Системы зажигания и пуска		Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену
12	Способы повышения мощности и эффективности эксплуатации ДВС. Рекомендации по выбору ДВС		Тест, требования к курсовой работе, защита лабораторных работ, вопросы к экзамену

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

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

выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

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

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

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

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

1. Сеницын, А. К. Основы технической эксплуатации автомобилей : Учебное пособие / Сеницын А. К. - Москва: Российский университет дружбы народов, 2011. - 284 с. - ISBN 978-5-209-03531-2.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/11545.html>

2. Дуданов, И. В. Силовое оборудование самоходных строительных машин : Учебное пособие / Дуданов И. В. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 96 с. - ISBN 978-5-9585-0503-6. URL: <http://www.iprbookshop.ru/20517.html>

3. Дроздов, А. Н. Основы устройства и эффективной эксплуатации строительных машин : Учебное пособие / Дроздов А. Н. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. - 255 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/19261.html>

4. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] / Поливаев О. И., Костиков О. М., Ворохобин А. В., Ведринский О. С. - 1-е изд. - : Лань, 2013. - 288 с. - Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. - ISBN 978-5-8114-1442-0.

URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=13014](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=13014)

5. Энергетические установки транспортно-технологических машин и комплексов [Текст] : практикум : учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. - 106 с. : ил. - Библиогр.: с. 100 (9 назв.). - ISBN 978-5-7731-0675-3 : 33-25.

6. Энергетические установки транспортно-технологических машин и комплексов [Текст] : методические указания к выполнению курсовой работы для обучающихся по направлениям подготовки 23.03.02 "Наземные

транспортно-технологические комплексы", 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", и специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", каф. строит. техники и инженер. механики им. Н. А. Ульянова ; сост. : В. А. Жулай, В. Л. Тюнин, Д. Н. Дегтев, Е. В. Кожакин. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2020. - 26 с.

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

**Лицензионное ПО:**

LibreOffice

MicrosoftOfficeWord 2013/2007

MicrosoftOfficeExcel 2013/2007

ABBYY FineReader 9.0

Photoshop Extended CS6 13.0 MLP

Acrobat Professional 11.0 MLP

CorelDRAW Graphics Suite X6

"Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах "Антиплагиат.ВУЗ""

Модуль "Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет "Антиплагиат-интернет""

APM WinMachine v. 9.4

7zip

AdobeAcrobatReader

MozillaFirefox

Компас-3D Viewer

КОМПАС 3D

**Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

**Информационная справочная система:**

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

**Современные профессиональные базы данных:**

**Агентство автомобильного транспорта**

Адрес ресурса: <https://rosavtotransport.ru/ru/>

**Федеральный портал «Инженерное образование»**

Адрес ресурса: <http://window.edu.ru/resource/278/45278>

**Министерство транспорта Российской Федерации**

Адрес ресурса: <https://www.mintrans.ru/>

**NormaCS**

Адрес ресурса: <http://www.normacs.ru/>

### **База данных zbMath**

Адрес ресурса: <https://zbmath.org/>

### **Открытые архивы журналов издательства «Машиностроение»**

Адрес ресурса: <http://www.mashin.ru/eshop/journals/>

### **Грузовой и общественный транспорт Российской Федерации**

Адрес ресурса: <http://transport.ru/>

### **Журнал Наука и техника транспорта**

<http://ntt.rgotups.ru/>

### **Министерство транспорта РФ**

<https://mintrans.gov.ru/>

### **Библиотека Российской открытой академии транспорта**

<http://transport.ru/>

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

Проектор BenQ MX 501 DLP, в составе кронштейн; Система визуализации; Экран Limient на штативе LMB – 100103 Master Vier 180 x 180; Двигатель ВАЗ в сборе с навесным оборудованием; Мост задний в сборе; Стенд «Газораспределительный механизм»; Стенд «Кривошипно-шатунный механизм»; Стенд «Система зажигания»; Стенд «Система охлаждения»; Стенд «Система питания»; Стенд «Система смазки»; Стенд «Система электрооборудования»; Макет двигателя СМД-14; Макет двигателя трактора Т4АП; детали ДВС.

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

По дисциплине «Двигатели внутреннего сгорания» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета двигателей внутреннего сгорания строительной техники. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

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

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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