

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО  
Директор института  
  
М.Н. Нестеров  
« 20 \_\_\_\_\_ 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
Н.И. Горшкова  
« 20 \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Энергетические установки наземных транспортно-технологических машин**

направление подготовки:

**23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы**

Направленность программы (профиль):

**23.03.02-01 «Подъемно-транспортные, строительные,  
дорожные машины и оборудование**

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

**Институт: Транспортно-технологический**

**Кафедра: подъёмно-транспортных и дорожных машин**

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (уровень бакалавриата)**, утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 162 от 06 марта 2015 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): \_\_\_\_\_  (А.В. Губарев)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры **подъемно-транспортных и дорожных машин**

« 6 » \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № 10 \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (Р.Р. Шарапов)

Рабочая программа одобрена методической комиссией ТТИ

« 20 » \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № 8 \_\_\_\_\_

Председатель доцент \_\_\_\_\_  (И.А. Новиков)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Общепрофессиональные</b>			
1	ПК-7	Способность участвовать в разработке методов поверки основных средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> устройство, конструкцию и принципы действия основных средств измерений и контрольно-диагностического оборудования; устройство, конструкцию и принципы действия наземных транспортно-технологических машин их узлов и агрегатов; методы поверки основных средств измерений и контрольно-диагностического оборудования; правила эксплуатации и организации ремонта наземных транспортно-технологических машин; теоретические основы разработки средств измерений и контрольно-диагностического оборудования; особенности конструкций транспортно-технологических машин и основных элементов их узлов и агрегатов</p> <p><b>Уметь:</b> различать системы силовых установок транспортно-технологических машин и их узлов и агрегатов; различать методы поверки средств измерения и контрольно-диагностического оборудования; выполнять принципиальные схемы средств измерений и контрольно-диагностического оборудования с использованием условных обозначений в соответствии с имеющимися стандартами; разбираться по схемам и чертежам в назначении узлов средств измерений и контрольно-диагностического оборудования</p> <p><b>Владеть:</b> теоретическими основами рабочих процессов силовых установок транспортно-технологических машин; теоретическими основами рабочих процессов средств измерений и контрольно-диагностического оборудования; нормами, требованиями и основными технологиями выполнения обслуживаний и ремонта средств измерений и контрольно-диагностического оборудования; методикой проектирования средств измерений и контрольно-диагностического оборудования</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Теоретическая механика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Конструкция наземных транспортно-технологических машин
2	Эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования
3	Производство подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	16	16
лекции	8	8
лабораторные	4	4
практические	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	128	128
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	–	–
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	110	110
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет (дифференцированный)	зачет (дифференцированный)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Общие сведения об энергетических установках подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования					
	Общие сведения о системе электроснабжения, гидравлических и пневматических приводах, двигателях подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования	0,5	0	0	2
2. Принципы работы и показатели двигателей					
	Элементы классификации двигателей внутреннего сгорания; рабочие циклы поршневых двигателей; основные конструктивные параметры, мощностные, технико-экономические и экологические показатели работы двигателей внутреннего сгорания	1	1	0	11
3. Теоретические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания					
	Особенности и основные показатели замкнутых теоретических циклов двигателей внутреннего сгорания: с подводом теплоты при постоянном объеме, при постоянном давлении, со смешанным подводом теплоты; особенности разомкнутых теоретических циклов	1	0,5	0	8
4. Топливо, рабочие тела и их свойства					
	Рабочие тела в двигателях внутреннего сгорания; состав и свойства топлив для поршневых двигателей; определение основных характеристик топлив для двигателей внутреннего сгорания, расчеты горения топлива; средняя теплоемкость рабочего тела, нарушения процесса горения в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания	1	0,5	0	6
5. Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания					
	Порядок расчета действительного рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания, методики расчета параметров рабочего тела в различных процессах, протекающих в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания в ходе реализации действительного цикла, определения основных параметров двигателя, построение индикаторной диаграммы	0,5	1,5	0	17
6. Скоростные характеристики двигателей внутреннего сгорания					
	Характеристики двигателя внутреннего сгорания; расчет и построение внешней скоростной характеристики двигателя внутреннего сгорания	0,5	0,5	0	6

7. Кинематика кривошипно-шатунного механизма					
	Виды кривошипно-шатунных механизмов; определение перемещения, скорости и ускорения поршня	0,5	0	0,5	8
8. Динамика кривошипно-шатунного механизма					
	Основные положения динамического расчета кривошипно-шатунного механизма; определение сил давления газов; приведение масс кривошипно-шатунного механизма; определение сил инерции; определение суммарных сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме	0,5	0	1	10
9. Механизмы двигателя внутреннего сгорания					
	Назначение, состав, конструктивные особенности кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателя внутреннего сгорания; основы прочностного расчета деталей кривошипно-шатунного механизма	1	0	1	15
10. Системы двигателя внутреннего сгорания					
	Назначение, состав, конструктивные особенности, работа систем питания, смазки и охлаждения двигателя внутреннего сгорания, их элементов; основы расчета основных элементов систем двигателя	1	0	1,5	25
11. Перспективные направления развития двигателей наземного транспорта					
	Основные пути совершенствования двигателей наземного транспорта; способы повышения мощности двигателя внутреннего сгорания; применение в автотракторных двигателях перспективных топлив	0,5	0	0	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>110</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Принципы работы и показатели двигателей	Основные конструктивные параметры двигателя внутреннего сгорания	0,5	4
2	Принципы работы и показатели двигателей	Определение основных показателей работы двигателя внутреннего сгорания	0,5	3
3	Теоретические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	Определение и анализ основных показателей замкнутых теоретических циклов	0,5	4
4	Топливо, рабочие тела и их свойства	Определение основных характеристик топлив и продуктов сгорания	0,5	4
5	Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания	Определение параметров рабочего тела в различных процессах, протекающих в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания в ходе реализации действительного цикла	0,5	4
6	Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания	Расчет индикаторных параметров рабочего цикла, эффективных показателей двигателя внутреннего сгорания	0,5	3

7	Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания	Построение индикаторной диаграммы двигателя внутреннего сгорания	0,5	4
8	Скоростные характеристики двигателя внутреннего сгорания	Расчет и построение внешней скоростной характеристики двигателя внутреннего сгорания	0,5	4
ИТОГО:			4	30
ВСЕГО:				34

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Кинематика кривошипно-шатунного механизма	Исследование кинематики двигателя внутреннего сгорания	0,5	4
2	Динамика кривошипно-шатунного механизма	Исследование динамики двигателя внутреннего сгорания	1	5
3	Механизмы двигателя внутреннего сгорания	Изучение конструкции механизмов двигателя внутреннего сгорания	1	5
4	Системы двигателя внутреннего сгорания	Изучение конструкции системы питания двигателя внутреннего сгорания	0,5	6
5	Системы двигателя внутреннего сгорания	Изучение конструкции системы смазки двигателя внутреннего сгорания	0,5	5
6	Системы двигателя внутреннего сгорания	Изучение конструкции системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания	0,5	5
ИТОГО:			4	30
ВСЕГО:				34

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения об энергетических установках подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Виды энергетических установок подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования</li> <li>– Назначение и общее устройство электропривода подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования</li> <li>– Назначение и общее устройство гидропривода подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования</li> <li>– Назначение и общее устройство пневмопривода подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования</li> <li>– Понятие теплового двигателя. Классификация тепловых двигателей</li> </ul>

2	Принципы работы и показатели двигателей	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Классификация двигателей внутреннего сгорания</li> <li>– Состав, структура, конструктивная схема поршневого двигателя внутреннего сгорания</li> <li>– Основные конструктивные параметры двигателя внутреннего сгорания</li> <li>– Рабочие циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания</li> <li>– Мощностные показатели работы двигателей внутреннего сгорания</li> <li>– Показатели работы двигателя внутреннего сгорания, характеризующие экономичность цикла и двигателя</li> <li>– Индикаторные параметры рабочего цикла</li> <li>– Эффективные показатели двигателя внутреннего сгорания</li> <li>– Экологические показатели работы двигателя внутреннего сгорания</li> <li>– Методы снижения токсичности двигателей внутреннего сгорания при их эксплуатации</li> </ul>
3	Теоретические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Особенности и основные показатели замкнутых теоретических циклов</li> <li>– Замкнутый теоретический цикл с подводом теплоты при постоянном объеме: характеристика, диаграмма и основные параметры</li> <li>– Замкнутый теоретический цикл с подводом теплоты при постоянном давлении: характеристика, диаграмма и основные параметры</li> <li>– Замкнутый теоретический цикл со смешанным подводом теплоты: характеристика, диаграмма и основные параметры</li> <li>– Разомкнутые теоретические циклы: характеристика и сравнительный анализ с замкнутыми теоретическими циклами</li> </ul>
4	Топливо, рабочие тела и их свойства	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рабочие тела в двигателях внутреннего сгорания</li> <li>– Топлива, применяемые для совершения работы в действительном цикле двигателя внутреннего сгорания: их виды, основные свойства, основные требования к топливам</li> <li>– Теплота сгорания как характеристика топлива</li> <li>– Бензины как моторное топливо, их основная характеристика</li> <li>– Дизельное топливо, его состав и основная характеристика</li> <li>– Альтернативные виды топлив для поршневых двигателей внутреннего сгорания: их достоинства и недостатки</li> <li>– Детонационное сгорание: причины возникновения, внешнее проявление, последствия. Мероприятия, направленные на снижение вероятности возникновения детонации</li> <li>– Калильное зажигание: суть, причины, последствия, меры устранения</li> <li>– Теплоемкость как характеристика рабочего тела</li> </ul>
5	Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Процесс впуска и газообмена: характеристика и параметры, определяемые в ходе теплового расчета</li> <li>– Основы расчета процесса впуска и газообмена</li> <li>– Процесс сжатия: характеристика и основные параметры, определяемые в ходе теплового расчета</li> <li>– Основы расчета процесса сжатия</li> <li>– Процесс сгорания: характеристика и основные параметры, определяемые в ходе теплового расчета</li> <li>– Основы расчета процесса сгорания</li> <li>– Процесс расширения: характеристика и основные параметры, определяемые в ходе теплового расчета</li> <li>– Основы расчета процесса расширения</li> <li>– Расчет индикаторных параметров рабочего цикла</li> <li>– Расчет эффективных показателей двигателя</li> <li>– Определение конструктивных параметров двигателя в ходе его теплового расчета</li> <li>– Принцип построения индикаторной диаграммы двигателя внутреннего сгорания</li> </ul>
6	Скоростные характеристики двигателей внутреннего сгорания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристики двигателей внутреннего сгорания</li> <li>– Расчет и построение внешней скоростной характеристики бензинового двигателя внутреннего сгорания</li> <li>– Расчет и построение внешней скоростной характеристики дизеля</li> </ul>
7	Кинематика кривошипно-шатунного механизма	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Типы кривошипно-шатунных механизмов: схемы, основные характеристики</li> <li>– Расчет перемещения поршня</li> <li>– Расчет скорости поршня</li> <li>– Расчет ускорения поршня</li> </ul>



8	Динамика кривошипно-шатунного механизма	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Суть динамического расчета кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания</li> <li>– Приведение масс частей кривошипно-шатунного механизма</li> <li>– Силы инерции, действующие в кривошипно-шатунном механизме, их расчет</li> <li>– Определение суммарных сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме</li> <li>– Определение крутящего момента многоцилиндрового двигателя</li> </ul>
9	Механизмы двигателя внутреннего сгорания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Блок цилиндров: основные элементы, назначение и особенности</li> <li>– Камеры сгорания. Форма и типы камер сгорания для поршневых двигателей различного типа</li> <li>– Поршень: назначение, конструкция, типы</li> <li>– Основы расчета поршня</li> <li>– Поршневые кольца: назначение, типы, конструкции</li> <li>– Основы расчета поршневых колец</li> <li>– Поршневой палец: назначение, типы, конструкции</li> <li>– Основы расчета поршневого пальца</li> <li>– Шатунная группа: основные элементы, их назначение и особенности</li> <li>– Основы расчета поршневой и кривошипной головок шатуна</li> <li>– Основы расчета стержня шатуна</li> <li>– Коленчатый вал: основные элементы, их назначение и особенности</li> <li>– Виды и особенности газораспределительных механизмов</li> <li>– Требования при конструировании клапанного механизма газораспределительного механизма и основные мероприятия, направленные на их выполнение</li> </ul>
10	Системы двигателя внутреннего сгорания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основные требования к системам питания двигателя внутреннего сгорания</li> <li>– Основные элементы системы питания карбюраторного двигателя внутреннего сгорания, их назначение</li> <li>– Устройство и принцип действия простейшего карбюратора</li> <li>– Смесеформирующие системы и устройства современных карбюраторов: назначение, устройство, принцип действия</li> <li>– Основы расчета системы питания карбюраторного двигателя внутреннего сгорания</li> <li>– Схемы систем впрыска бензина: типы, основные элементы, принцип работы</li> <li>– Основы расчета элементов системы питания с впрыском легкого топлива</li> <li>– Системы питания двигателей с воспламенением от сжатия: типы, основные элементы, работа</li> <li>– Устройство и работа топливного насоса высокого давления двигателя с воспламенением от сжатия</li> <li>– Типы, устройство и работа топливных форсунок двигателя с воспламенением от сжатия</li> <li>– Основы расчета системы питания дизеля</li> <li>– Назначение и типы смазочных систем двигателей внутреннего сгорания, их устройство и работа</li> <li>– Масляные насосы: типы, устройство, принцип действия</li> <li>– Барьерные фильтры системы смазки двигателей внутреннего сгорания: типы, устройство, принцип фильтрации</li> <li>– Энергетические фильтры системы смазки двигателей внутреннего сгорания: типы, устройство, принцип фильтрации</li> <li>– Масляные радиаторы: типы, устройство, принцип действия</li> <li>– Основы расчета элементов системы смазки двигателя внутреннего сгорания</li> <li>– Назначение и типы систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания, их устройство и работа</li> <li>– Жидкостный насос системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания: устройство, принцип действия</li> <li>– Термостат системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания: назначение, типы, устройство, принцип действия</li> <li>– Радиаторы системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания: назначение, типы, устройство, принцип действия</li> <li>– Основы расчета элементов системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания</li> </ul>

11	Перспективные направления развития двигателей наземного транспорта	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Недостатки поршневых двигателей</li> <li>– Основные пути совершенствования двигателей внутреннего сгорания</li> <li>– Способы повышения мощности двигателей внутреннего сгорания</li> <li>– Наддув двигателей: основные понятия, параметры, основы расчета</li> <li>– Использование растительных топлив как альтернативных видов топлива для двигателей внутреннего сгорания</li> <li>– Использование спиртов как альтернативных видов топлива для двигателей внутреннего сгорания</li> <li>– Использование диметилэфира как альтернативного топлива для двигателей внутреннего сгорания</li> <li>– Варианты замены дизелей на газовые двигатели</li> </ul>
----	--	--

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

– учебным планом не предусмотрены

## **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Тема расчетно-графической работы:

Тепловой поверочный расчет двигателя внутреннего сгорания

Цель расчетно-графической работы: изучение студентами методик и приобретение навыков расчета параметров рабочего тела в ходе реализации действительного цикла работы двигателя внутреннего сгорания, а также показателей действительного цикла работы ДВС.

Расчетно-графическая работа включает расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка состоит из следующих разделов:

Характеристика двигателя

Расчет параметров рабочего тела

Расчет параметров окружающей среды и остаточных газов

Расчет процесса впуска

Расчет процесса сгорания

Расчет процесса расширения

Расчет процесса выпуска

Расчет индикаторных параметров рабочего цикла

Расчет эффективных показателей двигателя

Расчет основных параметров цилиндра и двигателя

Построение индикаторной диаграммы ДВС

Графическая часть представляет собой один лист формата А4, содержащий изображение индикаторной диаграммы двигателя.

## **5.4. Перечень контрольных работ**

– учебным планом не предусмотрены

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов: Учебник для вузов / В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др.; Под ред. В.Н. Луканина. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 479 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 2. Динамика и конструирование: Учебник для вузов / В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, М.Г. Шатров и др.; Под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 400 с.

3. Пузанков, А.Г. Автомобили: Устройство автотранспортных средств: учебник для студентов учреждений СПО / А.Г. Пузанков. – 5-е изд., перераб. – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 560 с.

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

### 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Автомобильные двигатели: учебник для студ. вузов / М.Г. Шатров, К.А. Морозов, И.В. Алексеев и др.; Под ред. М.Г. Шатрова. – М.: ИЦ «Академия», 2010. – 464 с.

2. Автомобильные двигатели: курсовое проектирование: учеб. пособие / М. Г. Шатров, И. В. Алексеев, С. Н. Богданов; ред. М. Г. Шатров. – М.: Издательский центр "Академия", 2011. – 255 с.

3. Губарев, А.В. Теория рабочих процессов двигателя внутреннего сгорания. Примеры и задачи: практикум: учебное пособие / А.В. Губарев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 95 с.

4. Губарев, А.В. Конструкции и работа механизмов и систем двигателя внутреннего сгорания: лабораторный практикум: учеб. пособие / А.В. Губарев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 114 с.

5. Тепловой расчет двигателя внутреннего сгорания: методические указания к выполнению курсовой и расчетно-графической работы / сост. А.В. Губарев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 64 с.

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

Сайты фирм производителей и поставщиков оборудования:

1. <http://avtodisel.ru/>
2. [http://www.cat.com/ru\\_RU/products/new/power-systems/industrial-oem.html](http://www.cat.com/ru_RU/products/new/power-systems/industrial-oem.html)
3. <http://www.powertrain.ru/>
4. <http://www.stroyteh.ru/wiki/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

*Практические занятия* – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

*Лабораторные занятия* – лаборатория двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования, оборудование: модели двигателя внутреннего сгорания; радиатор; карбюратор; детали блока цилиндров, механизмов и систем ДВС.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 05 » июня 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (А.А. Романович)  
подпись, ФИО

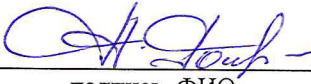
Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Н.Г. Горшкова)  
подпись, ФИО


## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 /2019\_ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «25» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой  (А.А. Романович)  
подпись, ФИО

Директор института  (Н.Г. Горшкова)  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «25» 05 2017г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (А.А. Романович)  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Н.Г. Горшкова)  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016 /2017 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «18» 05 2016 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (Р.Р. Шарапов)  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ (Н.Г. Горшкова)  
подпись, ФИО



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 05 » июня 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (А.А. Романович)  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Н.Г. Горшкова)  
подпись, ФИО

МНЗ ЭУ

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями.

Изменения в п. 3. **ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	4	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	8	2 (уст.)	6
лекции	4	2	2
лабораторные	2	–	2
практические	2	–	2
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	136	2	134
Курсовой проект	–	–	–
Курсовая работа	–	–	–
Расчетно-графическое задание	18	–	18
Индивидуальное домашнее задание	–	–	–
Другие виды самостоятельной работы	118	2	116
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	дифференцированный зачет	Уст. с.	дифференцированный зачет

# Изменения в п. 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

### Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
<b>1. Общие сведения об энергетических установках подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования. Принципы работы и показатели двигателей. Теоретические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Топливо, рабочие тела и их свойства.</b>					
1	Общие сведения о системе электроснабжения, гидравлических и пневматических приводах, двигателях подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования	0,5 (уст)	-	-	10
2	Элементы классификации двигателей внутреннего сгорания; рабочие циклы поршневых двигателей; конструктивные основные параметры, мощностные, технико-экономические и экологические показатели работы двигателей внутреннего сгорания	0,5 (уст)	0,45	-	10
3	Особенности и основные показатели замкнутых теоретических циклов двигателей внутреннего сгорания: с подводом теплоты при постоянном объеме, при постоянном давлении, со смешанным подводом теплоты; особенности разомкнутых теоретических циклов	0,5 (уст)	0,25	-	10
4	Рабочие тела в двигателях внутреннего сгорания; состав и свойства топлив для поршневых двигателей; определение основных характеристик топлив для двигателей внутреннего сгорания, расчеты горения топлива; средняя теплоемкость рабочего тела, нарушения процесса горения в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания	0,5 (уст)	0,2	-	10
<b>2. Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания. Скоростные характеристики двигателей внутреннего сгорания. Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Динамика кривошипно-шатунного механизма.</b>					
5	Порядок расчета действительного рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания, методики расчета параметров рабочего тела в различных процессах, протекающих в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания в ходе реализации действительного цикла, определения основных параметров двигателя, построение индикаторной диаграммы	0,25	0,5	-	10
6	Характеристики двигателя внутреннего сгорания; расчет и построение внешней скоростной характеристики двигателя внутреннего сгорания	0,25	0,2	-	10
7	Виды кривошипно-шатунных механизмов; определение перемещения, скорости и ускорения поршня	0,25	-	0,25	10

1	2	3	4	5	6
8	Основные положения динамического расчета кривошипно-шатунного механизма; определение сил давления газов; приведение масс кривошипно-шатунного механизма; определение сил инерции; определение суммарных сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме	0,25	-	0,5	10
<b>3. Механизмы двигателя внутреннего сгорания. Системы двигателя внутреннего сгорания. Перспективные направления развития двигателей наземного транспорта.</b>					
9	Назначение, состав, конструктивные особенности кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателя внутреннего сгорания; основы прочностного расчета деталей кривошипно-шатунного механизма	0,5	-	0,5	18
10	Назначение, состав, конструктивные особенности, работа систем питания, смазки и охлаждения двигателя внутреннего сгорания, их элементов; основы расчета основных элементов систем двигателя	0,25	-	0,75	10
11	Основные пути совершенствования двигателей наземного транспорта; способы повышения мощности двигателя внутреннего сгорания; применение в автотракторных двигателях перспективных топлив	0,25	-	-	10
<b>ВСЕГО</b>		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>118</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Принципы работы и показатели двигателей	Основные конструктивные параметры двигателя внутреннего сгорания	0,2	8
2	Принципы работы и показатели двигателей	Определение основных показателей работы двигателя внутреннего сгорания	0,25	8
3	Теоретические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	Определение и анализ основных показателей замкнутых теоретических циклов	0,25	8
4	Топливо, рабочие тела и их свойства	Определение основных характеристик топлив и продуктов сгорания	0,2	8
5	Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания	Определение параметров рабочего тела в различных процессах, протекающих в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания в ходе реализации действительного цикла	0,2	8
6	Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания	Расчет индикаторных параметров рабочего цикла, эффективных показателей двигателя внутреннего сгорания	0,2	8
7	Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания	Построение индикаторной диаграммы двигателя внутреннего сгорания	0,1	8
8	Скоростные характеристики двигателя внутреннего сгорания	Расчет и построение внешней скоростной характеристики двигателя внутреннего сгорания	0,2	8
ВСЕГО:			2	64

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Кинематика кривошипно-шатунного механизма	Исследование кинематики двигателя внутреннего сгорания	0,25	8
2	Динамика кривошипно-шатунного механизма	Исследование динамики двигателя внутреннего сгорания	0,5	11
3	Механизмы двигателя внутреннего сгорания	Изучение конструкции механизмов двигателя внутреннего сгорания	0,5	11
4	Системы двигателя внутреннего сгорания	Изучение конструкции системы питания двигателя внутреннего сгорания	0,25	8
5	Системы двигателя внутреннего сгорания	Изучение конструкции системы смазки двигателя внутреннего сгорания	0,25	8
6	Системы двигателя внутреннего сгорания	Изучение конструкции системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания	0,25	8
		ВСЕГО:	2	54

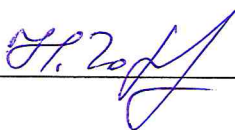
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2019/2020 учебный год. Протокол № 11 заседания кафедры от "05" Июня 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Романович А.А.

Директор института \_\_\_\_\_



Горшкова Н.Г.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020 /2021 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от « 30 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (А.А. Романович)  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Н.Г. Горшкова)  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Курс **«Энергетические установки подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования»** представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки студентов по направлению подготовки **«Наземные транспортно-технологические комплексы»**.

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области теории и конструкции двигателей внутреннего сгорания и силового оборудования подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования.

Предметом изучения в общем случае являются рабочие процессы тепловых двигателей, их конструкция и расчет основных механизмов и систем.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда сложных задач, что дает возможность студентам:

- приобрести необходимые знания о закономерностях рабочего процесса силовых агрегатов транспортных и транспортно-технологических машин;
- сформировать представление о конструкциях двигателей внутреннего сгорания, назначении, устройстве и работе механизмов и систем, входящих в состав двигателя внутреннего сгорания;
- изучить методы расчета, проектирования двигателей внутреннего сгорания с наименьшей себестоимостью и в соответствии с современными требованиями технического прогресса и экологической безопасности.

Занятия проводятся в виде лекций, практических и лабораторных занятий. Большое значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, периодического тестирования, решений задач и проведения письменных работ. Формой итогового контроля является зачет (дифференцированный).

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих бакалавров – сотрудников предприятий и служб, занимающихся проектированием, эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования.

Исходный этап изучения курса **«Энергетические установки подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования»** предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к практическим и лабораторным занятиям, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы*, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные *термины и*

*понятия*, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при выполнении расчетно-графического задания, докладов и выступлений необходимо ознакомиться с публикациями в научно-производственных, научно-популярных и производственно-технических периодических изданиях, тематика материалов, публикуемых в которых, охватывает сферы транспорта и тяжелого машиностроения. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, ответами на тесты, решением задач, содержащихся в соответствующих разделах учебников и методических пособий по курсу **«Энергетические установки подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования»** или сходным курсам, охватывающим вопросы проектирования и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания. Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к практическим занятиям и методическим указаниям для студентов заочного отделения. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

## **Содержание разделов дисциплины.**

**1. Общие сведения об энергетических установках подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования** [1, С. 12–13], [3, С. 9, 206–210]

Виды энергетических установок подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования. Назначение и общее устройство электропривода подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования. Назначение и общее устройство гидропривода подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования. Назначение и общее устройство пневмопривода подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования. Понятие двигателя. Понятие теплового двигателя. Классификация тепловых двигателей.

*Термины и понятия:* Энергетическая установка, система электроснабжения, гидропривод, пневмопривод, двигатель, тепловой двигатель.

**2. Принципы работы и показатели двигателей** [1, С. 14–25, 30, 182–211, 333–361], [3, С. 18–26, 39–42]

Элементы классификации поршневых двигателей внутреннего сгорания: по назначению, по способу смесеобразования, по способу воспламенения рабочей смеси, по виду применяемого топлива, по способу осуществления рабочего цикла, по способу наполнения цилиндра свежим зарядом, по способу регулирования мощности двигателя, по числу цилиндров, по расположению цилиндров, по литражу, по способу охлаждения цилиндров. Схема поршневого двигателя внутреннего сгорания. Основные механизмы и системы поршневого двигателя внутреннего сгорания: их назначение и основные элементы. Основные конструктивные



параметры поршневого двигателя внутреннего сгорания: диаметр цилиндра, ход поршня, отношение радиуса кривошипа к длине шатуна, рабочий объем цилиндра, объем камеры сгорания, полный объем цилиндра, литраж двигателя, геометрическая степень сжатия. Рабочие циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания, такты двигателя внутреннего сгорания. Основные показатели работы двигателей внутреннего сгорания. Индикаторные и эффективные показатели. Мощностные, экологические показатели работы двигателя внутреннего сгорания, показатели, оценивающие экономичность действительного цикла и двигателя.

*Термины и понятия:* Двигатель внутреннего сгорания, двигатель с внешним смесеобразованием, двигатель с внутренним смесеобразованием, верхняя мертвая точка, нижняя мертвая точка, рабочий объем цилиндра, геометрическая степень сжатия, литраж двигателя, такт, индикаторная мощность, среднее индикаторное давление, индикаторный КПД, индикаторный расход топлива, механический КПД, эффективная мощность, эффективный крутящий момент двигателя, эффективный КПД, удельный эффективный расход топлива, экологические показатели работы двигателя, рабочий цикл поршневого двигателя.

### **3. Теоретические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания [4, С. 16–33]**

Особенности и основные показатели замкнутых теоретических циклов. Замкнутый теоретический цикл с подводом теплоты при постоянном объеме: характеристика, диаграмма и основные параметры. Замкнутый теоретический цикл с подводом теплоты при постоянном давлении: характеристика, диаграмма и основные параметры. Замкнутый теоретический цикл со смешанным подводом теплоты: характеристика, диаграмма и основные параметры. Сопоставление показателей, характеризующих эффективность замкнутых теоретических циклов с подводом теплоты при постоянном объеме, постоянном давлении и со смешанным подводом теплоты, при прочих равных условиях. Разомкнутые теоретические циклы: характеристика и сравнительный анализ с замкнутыми теоретическими циклами.

*Термины и понятия:* замкнутые теоретические (термодинамические) циклы, термический КПД, удельная работа цикла, цикл с подводом теплоты при постоянном объеме, цикл с подводом теплоты при постоянном давлении, цикл со смешанным подводом теплоты, разомкнутые теоретические циклы.

### **4. Топливо, рабочие тела и их свойства [1, С. 34–47, 50–65], [4, С. 40–61]**

Рабочие тела в двигателях внутреннего сгорания, их использование. Состав и свойства топлив для поршневых двигателей внутреннего сгорания. Виды топлив. Требования, предъявляемые к топливам, используемым в двигателях внутреннего сгорания. Свойства топлив: физико-химические и эксплуатационные. Теплота сгорания топлива и горючей смеси. Бензины как топливо для двигателей внутреннего сгорания, их основная характеристика. Дизельное топливо: состав, основная характеристика. Альтернативные виды топлив для поршневых двигателей внутреннего сгорания: их достоинства и недостатки. Детонационное сгорание: причины возникновения, внешнее проявление, последствия. Мероприятия, направленные на снижение вероятности возникновения детонации. Калильное зажигание: суть, причины, последствия, меры устранения. Теплоемкость как характеристика рабочего тела

*Термины и понятия:* Бензин, дизельное топливо, физико-химические свойства топлив, эксплуатационные свойства топлив, октановое число, цетановое число, синтетические топлива, теоретически необходимый расход воздуха, коэффициент избытка воздуха, теплота сгорания, средняя теплоемкость рабочего тела, детонационное сгорание, калильное зажигание.

### **5. Расчет действительного цикла двигателя внутреннего сгорания [1, С. 68–74, 81–86, 91–100, 177–181, 200–211], [4, С. 61–142]**

Порядок расчета действительного рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания. Условия протекания процессов газообмена в 4-тактных двигателях. Определение параметров окружающей среды и остаточных газов. Определение параметров рабочего тела в конце процесса впуска. Коэффициент остаточных газов. Коэффициенты продувки и дозарядки. Коэффициент наполнения, как параметр, оценивающий совершенство процессов газообмена. Цели осуществления процесса сжатия. Теплообмен между рабочим телом и стенками цилиндра

в процессе сжатия. Влияние основных режимных факторов, технического состояния двигателя и условий окружающей среды на параметры в конце сжатия. Изменение объема рабочего тела при сгорании рабочей смеси. Влияние качества топливовоздушной смеси на теплоту сгорания. Определение параметров рабочего тела в конце процесса сгорания. Особенности процесса расширения в действительном цикле. Теплоотдача стенкам цилиндра и догорание топлива. Определение параметров рабочего тела в конце процесса расширения. Влияние на процесс выпуска состояния выпускной системы и типа системы наддува. Индикаторный КПД и среднее индикаторное давление. Влияние на них состава смеси, угла опережения воспламенения, утечек заряда, атмосферных условий, применения наддува, режима работы двигателя, состояния двигателя. Индикаторная мощность. Составляющие механических потерь. Среднее давление механических потерь. Среднее эффективное давление. Механический КПД, влияние на его величину режима работы, выбора смазочного масла, теплового, а также технического состояния двигателя. Эффективный КПД двигателя и удельный эффективный расход топлива. Определение основных параметров двигателей. Расчет индикаторной диаграммы.

*Термины и понятия:* остаточные газы, коэффициент остаточных газов, коэффициент наполнения, процесс сгорания, коэффициент использования теплоты на участке видимого сгорания, степень предварительного расширения, степень последующего расширения, индикаторная диаграмма двигателя внутреннего сгорания.

#### **6. Скоростные характеристики двигателей внутреннего сгорания [1, С. 31–33, 362, 382–384], [4, С. 142–151]**

Характеристики, позволяющие определить техническое состояние и правильность регулировки двигателя, его отдельных узлов и систем: понятие регулировочной, нагрузочной, скоростной характеристик. Расчет и построение внешней скоростной характеристики бензинового двигателя внутреннего сгорания. Расчет и построение внешней скоростной характеристики дизеля.

*Термины и понятия:* характеристики двигателя, регулировочная характеристика, нагрузочная характеристика, скоростная характеристика, внешняя скоростная характеристика, частичные скоростные характеристики, коэффициент приспособляемости.

#### **7. Кинематика кривошипно-шатунного механизма [2, С. 5–10], [4, С. 152–161]**

Типы кривошипно-шатунных механизмов двигателей внутреннего сгорания. Конструктивные соотношения в кривошипно-шатунном механизме, их влияние на параметры двигателя. Кинематический анализ кривошипно-шатунного механизма. Допущения, принимаемые при проведении кинематического анализа кривошипно-шатунного механизма. Виды перемещений основных элементов кривошипно-шатунного механизма при работе двигателя. Расчет и графическое построение зависимостей перемещения, скорости и ускорения поршня от угла поворота кривошипа.

*Термины и понятия:* аксиальный кривошипно-шатунный механизм, дезаксиальный кривошипно-шатунный механизм, перемещение поршня, скорость поршня, ускорение поршня.

#### **8. Динамика кривошипно-шатунного механизма [2, С. 14–21], [4, С. 162–172, 183–185]**

Суть динамического расчета кривошипно-шатунного механизма. Силы давления газов. Приведение масс частей кривошипно-шатунного механизма. Силы инерции подвижных масс, суммарные силы и моменты, действующие в кривошипно-шатунном механизме. Силы, действующие на шейки коленчатого вала. Суммарный крутящий момент. Уравновешенность и уравновешивание двигателя.

*Термины и понятия:* силы давления газов в цилиндре, силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс и центробежные силы вращающихся масс, нормальная сила, тангенциальная сила, крутящий момент цилиндра, суммарный крутящий момент, неуравновешенные силы, неуравновешенные моменты, условия уравновешенности двигателя.

9. **Механизмы двигателя внутреннего сгорания** [2, С. 102–107, 110–113, 121–132, 139–175, 221–227, 238–249], [3, С. 44–69], [4, С. 254–310, 338–349, 352–356]

Кривошипно-шатунный механизм: функции, основные элементы и детали.

Блок цилиндров, блок со вставными гильзами и негильзованный блок. Гильзы цилиндров: сухие, мокрые. Конструктивные особенности различных видов гильз цилиндра. Силовые схемы блок-картеров двигателей внутреннего сгорания. Головки цилиндров, их назначение и размещаемые на них детали, охлаждение. Камеры сгорания: типы, формы. Основы расчета на прочность корпуса двигателя внутреннего сгорания.

Поршневая группа, ее основные элементы. Поршень, его назначение, основные элементы, особенности конструкций поршней для различных типов двигателей внутреннего сгорания. Определение и выбор конструктивных размеров поршня. Основы прочностного расчета поршня. Функции поршневых колец. Конструкции поршневых колец в зависимости от выполняемых ими функций. Определение и выбор конструктивных размеров поршневых колец. Основы прочностного расчета поршневых колец. Назначение поршневого пальца. Конструкции поршневых пальцев. Основы прочностного расчета поршневого пальца.

Шатунная группа, ее назначение и основные элементы. Конструкция шатуна. Основы прочностного расчета шатуна.

Коленчатый вал, его назначение и конструкция.

Газораспределительный механизм: функции, типы, основные элементы и детали. Требования при конструировании клапанного механизма газораспределительного механизма. Назначение, конструкции, условия работы основных элементов газораспределительного механизма (впускных и выпускных клапанов, коромысла, штанги, толкателей, распределительного вала).

*Термины и понятия:* блок-картер, поршень, компрессионное поршневое кольцо, маслосъемное поршневое кольцо, шатун, коленчатый вал, газораспределительный механизм.

10. **Системы двигателя внутреннего сгорания** [1, С. 219–242, 244–270], [2, С. 272–273, 286–323], [3, С. 75–76, 80–120, 133–165], [4, С. 436–443, 446–475, 478–492]

Классификация систем питания двигателей с искровым зажиганием. Общая схема системы питания двигателей с искровым зажиганием при использовании карбюрирования.

Характеристика элементарного карбюратора. Главная дозирующая система, система холостого хода и обогатительная система. Дополнительные системы карбюраторов. Основы расчета карбюратора.

Применение впрыскивания бензина. Преимущества впрыскивания бензина. Схемы систем впрыска бензина. Аппаратура для впрыскивания бензина с электронным управлением. Схема, устройство и работа электромагнитной форсунки для впрыска топлива. Преимущества и недостатки впрыскивания в цилиндр. Основы расчета систем впрыска топлива.

Топливоподача в газовых двигателях. Смесители и редукторы газовых двигателей. Подача газа под давлением (центральная и распределенная).

Классификация топливных систем дизелей, общая схема топливной системы непосредственного действия разделенного типа, ее элементы и их функции. Топливные насосы высокого давления. Форсунки, их разновидности и характеристики. Методы изменения цикловой подачи и фаз впрыскивания в зависимости от нагрузки. Основы расчета элементов системы питания дизеля.

Смазочная система: назначение, классификация систем, требования к маслам. Масляные насосы: типы и принцип действия. Фильтрация масла в смазочной системе. Барьерные и энергетические масляные фильтры: типы, устройство, работа. Основы расчета агрегатов смазочных систем.

Система охлаждения двигателей внутреннего сгорания. Классификация систем, конструктивные особенности основных элементов жидкостных систем – радиаторов, насосов, вентиляторов. Основы расчета элементов системы жидкостного охлаждения.

*Термины и понятия:* карбюратор, характеристика карбюратора, система впрыскивания топлива с распределенным впрыском, система впрыскивания топлива с центральным впрыском, топливный насос высокого давления, форсунка, система смазки, масляный насос, масляная центрифуга, масляный радиатор, жидкостный радиатор.

**11. Перспективные направления развития двигателей наземного транспорта**  
[1, С. 273–280, 285–310]

Основные пути совершенствования двигателей внутреннего сгорания. Способы повышения мощности двигателей внутреннего сгорания. Системы наддува. Их классификация и сравнительный анализ. Характеристики агрегатов наддува.

Применение в автотракторных двигателях перспективных топлив (растительных, спиртов, эфиров, водорода). Концепция би-топливного двигателя. Параметры альтернативных топлив при использовании их в двигателях внутреннего сгорания. Влияние использования альтернативных видов топлива на характеристики двигателя.

*Термины и понятия:* Наддув двигателей, коэффициент напора. Растительные топлива. Би-топливные двигатели; комбинированные энергетические установки; силовые установки на топливных элементах.

## Приложение №2. Фонд тестовых заданий

### Тема 1. Общие сведения об энергетических установках подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования

#### 1.1. Закрытые тесты с одним вариантом ответа

1.1.1. Двигатель – это устройство, преобразующее

- а) потенциальную энергию рабочего тела в электрическую энергию;
- б) какой-либо вид энергии в работу;
- в) потенциальную энергию рабочего тела в тепловую энергию;
- г) потенциальную энергию рабочего тела в кинетическую энергию этого же рабочего тела.

#### 1.2. Закрытые тесты с одним или несколькими вариантами ответа

1.2.1. В систему электроснабжения автомобиля входят (укажите один или несколько вариантов)

- а) генераторная установка;
- б) газовая турбина;
- в) аккумуляторная батарея;
- г) регулятор напряжения.

#### 1.3. Тесты на установление соответствия

1.3.1. Установите соответствие между типом энергетической установки (системы) двигателя внутреннего сгорания и ее назначением

	Тип энергетической установки (системы) двигателя внутреннего сгорания	Ответ
1	Тепловой двигатель	
2	Гидропривод	
3	Аккумуляторная батарея двигателя внутреннего сгорания	
4	Генераторная установка	

	Назначение энергетической установки (системы) двигателя внутреннего сгорания
а	Приведение в движение механизмов посредством рабочей жидкости под давлением
б	Преобразование потенциальной энергии рабочего тела в кинетическую энергию этого же рабочего тела
в	Выработка электроэнергии
г	Преобразование тепловой энергии рабочего тела в механическую работу
д	Питание потребителей электроэнергией при неработающем двигателе
е	Передача механической энергии посредством воздуха, находящегося под давлением
ж	Преобразование электрической энергии в механическую работу

#### 1.4. Тесты на установление правильной последовательности

1.4.1. Укажите, в какой последовательности будут протекать процессы в изначально находящемся в состоянии покоя автотранспортном средстве до начала подзарядки аккумуляторной батареи системы электроснабжения

	Замыкание контактов выключателя стартерной цепи
	Поступление тока от аккумуляторной батареи в обмотку электродвигателя стартера
	Приведение во вращение коленчатого вала двигателя
	Подача искры на свечу зажигания
	Воспламенение топливно-воздушной смеси в цилиндре двигателя
	Приведение во вращение ротора генератора

#### 1.5. Открытые тесты

1.5.1. \_\_\_\_\_ – устройство, преобразующее тепловую энергию рабочего тела в механическую работу

#### Критерии оценивания:

При контроле усвоения теоретического материала по одной теме используется билет, содержащий по одному тестовому заданию каждого типа (всего 5 заданий). Последовательность ответа на задания в билете: от простого к сложному. Переход к решению более сложного задания возможен только при правильных ответах на все более простые задания. За правильный ответ на каждое тестовое задание выставляется 2 балла. Тестовый билет считается пройденным положительно при получении 6 баллов и более.

## Приложение №3. Комплект заданий для контрольной работы

### Тема 2. Принципы работы и показатели двигателей

#### Вариант 2.1

*Задача 2.1.1.* Длина шатуна в двигателе внутреннего сгорания с центральным кривошипно-шатунным механизмом равна 160 мм. Определите ход поршня, если значение параметра  $\lambda = 0,275$ .

*Задача 2.1.2.* Определите среднее эффективное давление в двигателе из предыдущей задачи, если известно, что газы в этом цилиндре совершают работу, равную 442 Дж, а давление механических потерь равно 0,2 МПа. Диаметр цилиндра двигателя составляет 80 мм.

*Задача 2.1.3.* Сравните качество передачи на коленчатый вал работы, совершаемой газами в цилиндре двигателя из предыдущей задачи и в цилиндре диаметром 90 мм (значения работы, совершаемой газами в цилиндрах обоих двигателей, одинаковы), если принять, что величина эффективного давления в первом двигателе равна величине эффективного давления во втором двигателе.

#### *Критерии оценивания:*

При контроле получения практических умений по одной теме используется билет, содержащий три задачи. Результаты, полученные в предыдущей задаче, являются также частью исходных данных для решения последующей задачи. Таким образом, возможно только последовательное решение трех задач. За правильное решение первой задачи начисляется 4 балла, за правильное решение второй и третьей задач начисляется по 3 балла. Контрольная работа считается выполненной положительно при получении 6 баллов и более, т.е. возможны незначительные неточности и погрешности в вычислениях при правильном в целом решении первых двух задач.

## Приложение №4. Комплект заданий для защиты лабораторных работ

### Тема 7. Кинематика кривошипно-шатунного механизма

#### 7.1. Уровень сложности – простой

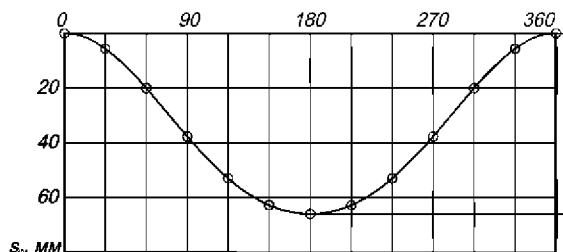
7.1.1. В чем заключается принципиальное отличие центрального кривошипно-шатунного механизма от смещенного

#### 7.2. Уровень сложности – усложненный

7.2.1. Определите максимальное значение скорости поршня в двигателе с центральным кривошипно-шатунным механизмом, если частота вращения коленчатого вала составляет 4000 об/мин, ход поршня 110 мм, а длина шатуна 220 мм.

#### 7.3. Уровень сложности – сложный

7.3.1. Оцените, может ли представленный на рисунке график представлять зависимость хода поршня от угла поворота кривошипа в двигателе с центральным кривошипно-шатунным механизмом, радиус кривошипа которого составляет 40 мм.



#### Критерии оценивания:

При контроле овладения навыками по одной теме используется билет, содержащий три задания различного уровня сложности: простой, усложненный и сложный. При правильном ответе на задание с уровнем сложности «простой» студент получает 6 баллов, при правильных ответах на задания с уровнями сложности «простой» и «усложненный» студент получает 8 баллов, при правильных ответах на задания с уровнями сложности «простой», «усложненный» и «сложный» студент получает 10 баллов. Студент, не давший правильного ответа на задание с уровнем сложности «усложненный», не допускается к решению задания с уровнем сложности «сложный». Студент, не давший правильного ответа на задание с уровнем сложности «простой», не допускается к решению заданий с уровнем сложности «усложненный» и/или «сложный». Лабораторная работа считается успешно защищенной при получении 6 баллов.

## Приложение №5. Комплект заданий для защиты расчетно-графической работы

### Вариант 1

*Вопрос 1.1.* По какой формуле определяется давление рабочего тела в цилиндре в конце процесса сжатия.

*Вопрос 1.2.* Укажите, в какой последовательности производится расчет процесса сгорания при расчете действительного рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания с воспламенением от искры. Приведите основные расчетные формулы.

*Вопрос 1.3.* Произведите оценку эффективности рассчитанного двигателя. Перечислите мероприятия, которые могут быть проведены для повышения эффективности этого двигателя.

### *Критерии оценивания:*

При правильном выполнении расчетно-графической работы и полном соответствии выполненных расчетов заданию студент получает 4 балла.

Защита расчетно-графической работы протекает в форме беседы с преподавателем, в ходе которой студент отвечает (в том числе, при необходимости, и письменно) на три вопроса. Вопрос №2 может быть задан студенту только после получения правильного ответа на вопрос №1. Вопрос №3 может быть задан студенту только после получения правильного ответа на вопрос №2. За правильный ответ на каждый из вопросов студент получает 4 балла. Расчетно-графическая работа считается успешно защищенной при получении 8 баллов (суммарно за выполнение и защиту).



## **Приложение №6. Контрольно-измерительные материалы для зачета**

Зачет представляет собой проверку знаний, умений и навыков, полученных за время изучения дисциплины, и охватывает все изученные темы. Один билет содержит:

– 20 разноуровневых тестовых заданий (см. приложение №2). Правильный ответ на любой вопрос теста оценивается в 0,5 балла (суммарно при правильных ответах на все тестовые вопросы студент может получить 10 баллов);

– 3 разноуровневые задачи (см. приложение №3) из разных тем каждая. В зависимости от уровня сложности задачи оцениваются следующим образом: 1 уровень (самая легкая) – 2 балла, 2 уровень – 3 балла, 3 уровень (самая сложная) – 5 баллов (суммарно при правильных ответах на все задачи студент может получить 10 баллов).

Таким образом, на зачете студент максимально может получить 20 баллов. Зачет считается успешно пройденным при получении 11 баллов.

## Приложение №7. Обобщенные критерии оценки разных форм контроля

Суммарный балл, получаемый студентом по итогам изучения дисциплины, определяется по формуле

$$P_{\text{д}} = P_{\text{посещаемость}} + P_{\text{тест}} + P_{\text{контр}} + P_{\text{лаб}} + P_{\text{РГР}} + P_{\text{зачет}},$$

где  $P_{\text{посещаемость}}$  – обобщенный балл за посещаемость ( $P_{\text{посещаемость}}^{\text{max}} = 34$ );

$P_{\text{тест}}$  – обобщенный балл за тестирование ( $P_{\text{тест}}^{\text{max}} = 10$ );

$P_{\text{контр}}$  – обобщенный балл за выполнение контрольных работ ( $P_{\text{контр}}^{\text{max}} = 10$ );

$P_{\text{лаб}}$  – обобщенный балл за выполнение и защиту лабораторных работ ( $P_{\text{лаб}}^{\text{max}} = 10$ );

$P_{\text{РГР}}$  – балл за выполнение и защиту расчетно-графической работы ( $P_{\text{РГР}}^{\text{max}} = 16$ );

$P_{\text{зачет}}$  – балл, полученный на зачете ( $P_{\text{зачет}}^{\text{max}} = 20$ ).

Обобщенный балл за посещаемость определяется по формуле

$$P_{\text{посещаемость}} = n_{\text{посещений}} \frac{n_{\text{план}}}{n_{\text{факт}}} = n_{\text{посещений}} \frac{34}{n_{\text{факт}}},$$

где  $n_{\text{посещений}}$  – число аудиторных занятий, посещенных студентом (отсутствие по уважительной причине, например, по болезни или при разрешении свободного посещения, приравнивается к посещению занятия);

$n_{\text{план}}$  – число аудиторных занятий, регламентированных учебным планом;

$n_{\text{факт}}$  – число фактически проведенных аудиторных занятий.

Обобщенный балл за тестирование определяется по формуле

$$P_{\text{тест}} = \frac{\sum_{i=0}^{n_{\text{тест}}} P_{\text{тест}_i}}{n_{\text{тест}}},$$

где  $P_{\text{тест}_i}$  – балл, полученный студентом в ходе прохождения тестирования на освоение материала по теме;

$n_{\text{тест}}$  – количество проведенных тестирований.

Обобщенный балл за выполнение контрольных работ определяется по формуле

$$P_{\text{контр}} = \frac{\sum_{i=0}^{n_{\text{контр}}} P_{\text{контр}_i}}{n_{\text{контр}}},$$

где  $P_{\text{контр}_i}$  – балл, полученный студентом за выполнение контрольной работы по теме;

$n_{\text{контр}}$  – количество проведенных контрольных работ.

Обобщенный балл за выполнение и защиту лабораторных работ определяется по формуле

$$P_{\text{лаб}} = \frac{\sum_{i=0}^{n_{\text{лаб}}} P_{\text{лаб}_i}}{n_{\text{лаб}}},$$

где  $P_{\text{лаб}_i}$  – балл, полученный студентом за выполнение и защиту одной лабораторной работы;

$n_{\text{лаб}}$  – количество проведенных лабораторных работ.

Количество баллов, полученных студентом, переводится в пятибалльную систему. При этом соблюдается следующее соответствие между системами

Оценка	Пятибалльная шкала	Стобалльная шкала
отлично	5	91...100
хорошо	4	74...90
удовлетворительно	3	61...73
неудовлетворительно	2	0...60

Оценка, переведенная в пятибалльную шкалу, выставляется в ведомость и в зачетную книжку студента