

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра автомобильного транспорта**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И.Луковникова

« \_\_\_\_\_ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СИЛОВЫЕ АГРЕГАТЫ**

**Б1. Б.29**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Автомобили и автомобильное хозяйство (прикладной бакалавриат)**

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости.....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	6
4.3 Лабораторные работы.....	17
4.4 Практические занятия.....	17
4.5 Контрольные мероприятия: курсовая работа.....	17
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>19</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ..	21
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>26</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>26</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>27</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>34</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>35</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является изучение конструкции и принципа действия механизмов, систем двигателей и агрегатов современных отечественных и зарубежных автомобилей.

## Задачи дисциплины:

- знание конструкции современных автомобильных двигателей;
- знание сущности процессов, происходящих в цилиндрах ДВС; влияние основных конструктивных, эксплуатационных и атмосферно-климатических факторов на протекание этих процессов и на формирование внешних показателей работы двигателя; основных критериев, оценивающих те или иные аспекты работы ДВС и характеристик, применяемых на автотранспорте силовых агрегатов;
- умение выбирать оптимальные методы организации работы автомобиля, исходя из специфики протекания процессов его силового агрегата.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2	владение научными основами технологических процессов в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы работы, технические характеристики и основные конструктивные решения силовых агрегатов ТИТМО отрасли, принципиальные компоновочные схемы; эффективные показатели рабочих процессов силовых агрегатов ТИТМО отрасли, оценочные показатели эффективности работы используемых в отрасли силовых агрегатов различных типов; основы химмотологии;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять технические измерения механических, газодинамических и электрических параметров ТИТМО;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками организации технической эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов.</li> </ul>
ПК-9	способность к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортнотехнологических процессов и их элементов	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкции современных автомобильных двигателей, особенности двигателей с турбонаддувом, с впрыском топлива во впускной трубопровод, имеющие компьютерное управление;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– умение выбирать оптимальные методы организации работы автомобиля, исходя из специфики протекания процессов его силового агрегата;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить измерения рабочих параметров двигателей, технологических машин и комплексов, проводить обработку полученных данных на компьютере.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.29 «Силовые агрегаты» относится к базовой части.

Дисциплина «Силовые агрегаты» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Физика», «Теплотехника».

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, дисциплина «Силовые агрегаты» представляет основу для изучения дисциплин «Автомобильные двигатели», «Техническая эксплуатация автомобилей».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	5	72/2	34/8	17	-	17	38	-	зачёт
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			5
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	34	8	34
Лекции (Лк)	17	4	17
Практические занятия (ПЗ)	17	4	17
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	38	-	38
Подготовка к практическим занятиям	17	-	17
Подготовка к зачету	21	-	21
<b>III. Промежуточная аттестация</b> зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины	час.	72	72
	зач. ед.	2	2

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Введение</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
1.1.	Виды и классификация подвижного состава	7	2	1	4
1.2.	Классификация, общее устройство и принцип работы двигателя	8	2	2	4
<b>2.</b>	<b>Устройство и работа ДВС</b>	<b>43</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>24</b>
2.1.	Кривошипно-шатунный механизм	10	2	2	6
2.2.	Механизм газораспределения	10	2	2	6
2.3.	Система питания и регулирования двигателей.	10	2	2	6
2.4.	Смазочная система. Система охлаждения.	8	2	2	4
2.5.	Система пуска.	5	1	2	2
<b>3.</b>	<b>Процессы силового агрегата</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
3.1.	Конструктивные особенности транспортного газотурбинного двигателя	8	2	2	4
3.2.	Характеристики силовых агрегатов	6	2	2	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>38</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

### Раздел 1. Введение

#### Тема 1.1. Виды и классификация подвижного состава

Каждое автотранспортное средство, а также его двигатель, имеют унифицированное обозначение (марку). Система обозначения определена ГОСТ Р 52051-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определение». Иногда марка двигателя совпадает с маркой автомобиля, иногда несколько отличается. Например, автомобиль КамАЗ-5320 оснащен двигателем КамАЗ-410, а автомобиль ГАЗ-3307 – двигателем ЗМЗ-53-11, производимым Заволжским механическим заводом и имеющий индекс ранее выпускавшегося автомобиля ГАЗ-53-11 (старая система обозначения).

**Легковые** автомобили разделены на **5 классов** по рабочему объёму:

особо малый – до 1,1 л;

малый – до 1,8 л;

средний – до 3,5 л;

большой – более 3,5 л;

высший – не регламентируется.

**Автобусы** разделены на **5 классов** по габаритной длине:

особо малый – до 5 м включительно;

малый – до 7,5 м включительно;

средний – 10 м включительно;

большой – до 12 м включительно;

особо большой – 16,5 ÷ 24 м.

**Грузовые** автомобили, прицепы и полуприцепы подразделяют на **7 классов** по полной массе (разрешённой максимальной):

1 – до 1,2 т;      5 – до 20 т;

2 – до 2 т;      6 – до 40 т;

3 – до 8 т;      7 – свыше 40.

4 – до 14 т;

**Марка автомобиля** включает 3 ÷ 5 букв, являющиеся аббревиатурой завода-изготовителя и индекс (4÷6 цифр). Первая цифра обозначает класс автомобиля. Вторая цифра – вид автотранспортного средства:

1 – легковые;      5 – самосвалы;

2 – автобусы;      6 – цистерны;

3 – грузовые (бортовые);      7 – фургоны.

4 – седельные тягачи;      8 – резерв;      9 – специальные.

К **специальным** автотранспортным средствам относятся пожарные автомобили, автокраны, уборочные, автомобили скорой медицинской помощи, автомобили с компрессорными и буровыми установками.

Третья и четвёртая цифры индекса обозначают модель, а пятая и шестая модификацию.

Например, автомобиль ЗИЛ-431410 выпускается Московским автомобильным заводом имени Лихачёва, выпускавший ранее модель по старой системе обозначения ЗИЛ-130. Модель с увеличенной базой – ЗИЛ-431510. Модификация для эксплуатации в холодном климате – ЗИЛ-431411.

Автомобильные **двигатели** классифицируются по следующим основным признакам:

– по способу осуществления **рабочего цикла** (четырёхтактные, двухтактные);

– по способу **смесеобразования** (с внешним и внутренним);

– по способу **воспламенения** горючей смеси (с самовоспламенением, с принудительным воспламенением);

– по способу **наполнения** цилиндра (без наддува, с наддувом);

– по применяемому **топливу** (на жидком топливе, газовые);

– по способу **подачи топлива** (карбюраторные, с впрыском).

По конструктивным признакам различают;

– двигатели с тронковым и крейцкопфным кривошипно шатунным механизмом (КШМ);

– по расположению и количеству цилиндров;

– по степени быстроходности (тихоходные, быстроходные);

– по направлению вращения коленчатого вала (с правым или левым вращением, реверсивные, неререверсивные).

Двигатели внутреннего сгорания широко применяются не только в автомобильном, но и в речном, морском, железнодорожном, авиационном транспорте, а также в промышленности. Они маркируются совокупностью цифр и букв. Например, двигатель ЗДСП 19/30 является трёхцилиндровым, двухтактным, тронковым (нет буквы К), судовым с реверсивной муфтой, с редукторной передачей и имеет диаметр цилиндра 190 мм и ход поршня 300 мм. Автомобильный двигатель ЯМЗ-238Н имеет маркировку 8ЧН 13/14 – 8-цилиндровый, четырёхтактный дизель с наддувом, имеющий диаметр цилиндра 130 мм и ход поршня 140 мм.

## Раздел 1. Введение

### Тема 1.2. Классификация, общее устройство и принцип работы двигателя

На современных автомобилях преимущественное распространение получили двигатели внутреннего сгорания, преобразующие тепловую энергию сгорающего топлива в механическую работу. Такие двигатели подразделяются на поршневые и роторные.

На автомобилях наиболее распространены поршневые двигатели. В зависимости от способов смесеобразования и воспламенения поршневые двигатели делятся на две основные группы. К первой относятся двигатели с внешним смесеобразованием и принудительным воспламенением – карбюраторные. На их основе работают инжекторные двигатели, с впрыском бензина во впускной тракт и процессорным управлением. Ко второй группе относятся двигатели с внутренним смесеобразованием и самовоспламенением – дизели. Они работают на более тяжёлом дизельном топливе.

Автомобильный поршневой двигатель представляет собой комплекс механизмов и систем, служащих для преобразования тепловой энергии сгорающего в его цилиндрах топлива, в механическую работу, отводимую потребителю, которым в данном случае является трансмиссия двигателя.

Сгорание рабочей смеси в цилиндре сопровождается повышением, температуры и давления газов. Давление газов, воспринимаемое перемещающимся вниз поршнем, можно представить в виде сосредоточенной силы  $K$  (рис. 1). Разложим эту силу на две составляющие, одна из которых  $Q$  действует вдоль шатуна, а другая прижимает поршень к стенке цилиндра. Сила  $N$  вызывает износ внутренней поверхности цилиндра, называемой зеркалом цилиндра, и боковой поверхности поршня. Составляющая  $Q$ , приложенная к шатунной шейке, раскладывается также на две силы  $T$  и  $C$ . Сила  $C$  воспринимается шейками коленчатого вала, а сила  $T$  создает крутящий момент двигателя.

Ход поршня  $S$ , диаметр цилиндра  $D$ , радиус кривошипа  $R$  и длина шатуна  $L$  являются важными конструктивными параметрами двигателя, определяя его размеры. Отношение  $S/D$  изменяется в двигателях в пределах  $0,7 \div 2,2$ . Если  $S/D < 1$ , двигатель называют **короткоходным**. Большинство современных автомобильных двигателей являются короткоходными.

Объем, освобождаемый поршнем при его перемещении от верхней мертвой точки (ВМТ) до нижней мертвой точки (НМТ), называется **рабочим объемом** цилиндра и обозначается  $V_h$ . Сумма рабочих объемов всех цилиндров называется рабочим объемом двигателя (литражом). Объем, находящийся над поршнем при его нахождении в ВМТ, называется **объемом камеры сгорания** и обозначается  $V_{кс}$ . Таким образом, **полный объем** цилиндра  $V_{п} = V_h + V_{кс}$ . Отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания называется **степенью сжатия**  $\epsilon$ . Степень сжатия показывает во сколько раз уменьшается объем рабочей смеси или воздуха при перемещении поршня от НМТ к ВМТ. Карбюраторные автомобильные двигатели имеют степень сжатия  $6,5 \div 10$ , а дизели –  $15 \div 22$ .

$$\epsilon = \frac{V_{п}}{V_{кс}}$$

Эффективный крутящий момент  $M_e$  многоцилиндрового двигателя является результирующим (суммарным) моментом касательных сил  $T$ , действующих на каждую шатунную шейку коленчатого вала. У карбюраторных двигателей легковых автомобилей эффективный крутящий момент равен  $70 \div 120$  Н·м, карбюраторных двигателей грузовых автомобилей  $200 \div 450$  Н·м, у дизелей грузовых автомобилей большой грузоподъемности  $500 \div 2500$  Н·м.

**Литровая мощность** двигателя  $N_l$  определяется из выражения

$$N_l = \frac{N_e}{V_h},$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя, кВт;

$V_h$  – рабочий объем двигателя,  $\text{дм}^3$  (литры).

Этот параметр, характеризующий использование рабочего объёма двигателя, составляет  $22 \div 44$  кВт/дм<sup>3</sup> для карбюраторных двигателей легковых автомобилей,  $15 \div 22$  кВт/дм<sup>3</sup> для карбюраторных двигателей грузовых автомобилей и  $11 \div 22$  кВт/дм<sup>3</sup> для дизелей. Чем выше литровая мощность, тем совершеннее двигатель. Однако, при увеличении литровой мощности возрастают тепловые и механические нагрузки на КШМ.

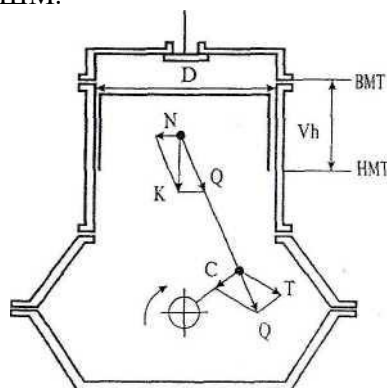


Рис. 1. Схема одноцилиндрового двигателя

## Раздел 2. Устройство и работа ДВС

### Тема 2.1. Кривошипно-шатунный механизм

Занятие проводится в интерактивной форме: просмотр учебного фильма, иллюстрирующего движение деталей КШМ, порядок работы цилиндров.

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) **служит** для:

- образования герметичного, переменного объёма, в котором находится рабочее тело и совершает работу,
- восприятия давления рабочего тела и передачи крутящего момента к коленчатому валу,
- преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Все детали КШМ делятся на подвижные детали и неподвижные. К неподвижным деталям относятся блок-картер (корпусная деталь), гильза цилиндра, головка цилиндров, асбестометаллическая прокладка, уплотняющие кольца. Подвижные детали – поршень, поршневой палец, компрессионные и маслосъёмные кольца, шатун, крышка нижней головки шатуна, коленчатый вал, маховик и др. Схема кривошипно-шатунного механизма четырёхтактного рядного двигателя приведена на рис. 2.

Давление газов, при протекании всех пяти процессов рабочего цикла, воспринимает поршень и передаёт его через поршневой палец и шатун коленчатому валу. В гильзе цилиндра (гнезде блок-картера) поршень движется неравномерно; в крайних положениях (в ВМТ и НМТ) его скорость равна нулю, а вблизи середины хода она достигает максимального значения. Вблизи мёртвых точек, когда скорость поршня меняет направление, на поршень действуют большие силы (так называемые силы инерции), величину которых определяет масса поршня и угловая скорость вращения коленчатого вала. Кроме механических нагрузок, поршень подвергается действию высоких температур в период сгорания рабочей смеси и расширения отработавших газов. Он нагревается также вследствие трения его боковой поверхности о зеркало цилиндра.

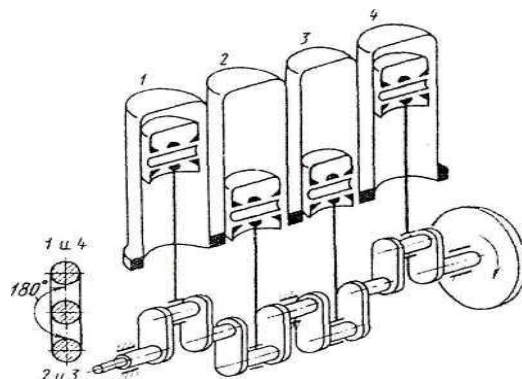


Рис. 2. Схема кривошипно-шатунного механизма четырёхтактного рядного двигателя



При нагреве поршень расширяется больше, чем цилиндр, охлаждаемый жидкостью, поэтому возникает опасность заклинивания поршня. Чтобы избежать этого и обеспечить нормальную работу двигателя, диаметр поршня должен быть меньше диаметра цилиндра, т.е. между поршнем и цилиндром необходим радиальный зазор. Применяют поршни, у которых диаметр головки меньше диаметра юбки, т.е. вертикальный разрез поршня имеет коническую или бочкообразную форму. Для повышения упругости (устранения опасности заклинивания) юбку делают разрезной, и придают ей овальную форму (малая ось овала совпадает с осью поршневого пальца).

Таблица 2

### Порядок работы цилиндров двигателей отечественных автомобилей

Марка автомобиля	Порядок работы цилиндров
ВАЗ-2108	1-3-4-2
АЗЛК-2141	1-3-4-2
ГАЗ-53-12, ГАЗ-66-11, ПАЗ-672	
ЗИЛ-431410, УРАЛ-375	1-5-4-2-6-3-7-8
ГАЗ-24-10, УАЗ-469	1-2-4-3
ЗИЛ-157	1-5-3-6-2-4
КрАЗ-256Б1, КрАЗ-260	1-5-4-2-6-3-7-8
МАЗ-53371	1-4-2-5-3-6
КамАЗ-5320, КамАЗ-55111	1-5-4-2-6-3-7-8

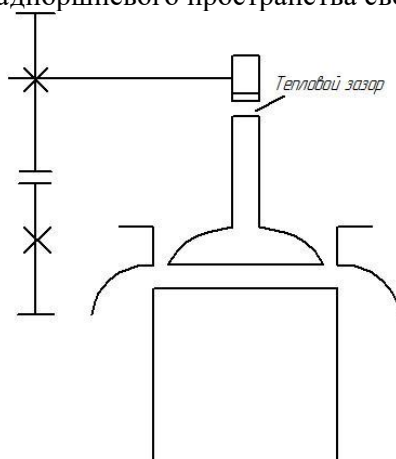
## Раздел 2. Устройство и работа ДВС

### Тема 2.2. Механизм газораспределения

Занятие проводится в интерактивной форме: просмотр учебного фильма, иллюстрирующего движение деталей ГРМ, порядок срабатывания клапанов.

Механизм газораспределения (ГРМ) **служит** для впуска в цилиндры горючей смеси (карбюраторные двигатели) или воздуха (дизели) и выпуска отработавших газов в соответствии с протеканием рабочего процесса в каждом цилиндре двигателя. Основные детали ГРМ представлены на рис. 3.

В четырехтактных двигателях применяются механизмы газораспределения двух типов: клапанные и золотниковые. Клапанные механизмы газораспределения преимущественно распространены на поршневых двигателях. В зависимости от размещения клапанов относительно цилиндров ГРМ разделяются на механизмы с нижним и **верхним расположением клапанов**. На современных автомобилях наибольшее применение находят механизмы с верхним расположением клапанов. Клапаны, перекрывающие впускные отверстия, называются впускными, клапаны, перекрывающие выпускные отверстия, – выпускными. У некоторых двигателей цилиндры снабжены тремя или четырьмя клапанами: двумя впускными и одним или двумя выпускными. Это позволяет увеличить массовое наполнение надпоршневого пространства свежим зарядом.



**Принцип действия ГРМ** основан на поднятии клапана при набегании выступа кулачка распределителя на толкатель. Все детали ГРМ можно разделить на две группы:

- клапан и детали его крепления,
- привод клапана.

ГРМ работает синхронно с КШМ. Для четырёхтактного двигателя цикл реализуется за два оборота коленвала и за один оборот распределительного вала ГРМ. Детали ГРМ с верхнеклапанным механизмом представлены на рис. 3.

## Раздел 2. Устройство и работа ДВС

### Тема 2.3. Система питания и регулирования двигателей.

Система питания карбюраторного двигателя **служит** для приготовления горючей смеси нужного состава, подачи ее в цилиндры двигателя, а также удаления из цилиндров отработавших газов. **Горючая смесь** состоит из воздуха и **паров топлива**. В зависимости от процесса цикла и места рабочего тела называется различными терминами: горючая смесь, свежий заряд, рабочая смесь, отработавшие газы.

В систему питания карбюраторного двигателя входят устройства для хранения топлива и контроля его количества; фильтрации подачи воздуха, а также для глушения шума, возникающего в процессе выпуска; приготовления горячей смеси и подачи ее в цилиндры двигателя; отвода отработавших газов из цилиндров.

Топливом для образования горючей смеси служит бензин марок АИ-93, АИ-95, АИ-98. Теоретически подсчитано, что для полного сгорания 1 кг бензина требуется 15 кг воздуха. Горючая смесь, приготовленная в таком соотношении, называется **нормальной**. Она отличается тем, что в результате её сгорания не остаётся ни остатков топлива, ни неиспользованного кислорода. Полностью сгорает и топливо, и кислород воздуха, входящих в смесь.

Состав данной горючей смеси характеризуют **коэффициентом избытка воздуха**  $\alpha_v$ , представляющим собой отношение массы воздуха  $m_{вф}$ , содержащейся в этой смеси, к массе воздуха  $m_{во}$ , содержащейся в нормальной смеси, имеющей то же количество воздуха  $m_T$ .

$$m_{ci} = m_{a\delta} + m_{\delta}, \quad \alpha_a = \frac{m_{a\delta}}{m_{ao}}, \quad m_{in} = m_{ai} + m_{\delta}$$

При избытке воздуха ( $\alpha_v > 1$ ) смесь называется **бедной**, а при недостатке ( $\alpha_v < 1$ ) – **богатой**. Чрезмерное переобеднение или переобогащение смеси приводит к тому, что горючая смесь теряет способность к воспламенению электрической искрой. Высший **предел воспламенения** соответствует  $\alpha_v = 0,3$ , а низший  $\alpha_v = 1,5$ . Пусть двигатель работает с постоянной частотой вращения коленчатого вала и при постоянном количестве поступающего в цилиндры воздуха. Состав горючей смеси будем изменять, меняя количество подаваемого топлива. Интервал  $\alpha_v = 0,8 \div 0,9$ , называется **мощностным составом** смеси. Работа двигателя при этом сопровождается производством максимального количества мощности и некоторым увеличением удельного расхода топлива  $g_e$ . Интервал  $\alpha_v = 1,1 \div 1,2$ , называется **экономичным составом** смеси. В двигателе происходит наиболее полное сгорание топлива, и удельный расход топлива минимален. Экономичность работы при этом наибольшая, а мощность снижена. Работа карбюраторного двигателя на нормальных смесях при  $\alpha_v = 1$  не имеет какого-либо преимущества.

Горючая смесь, поступающая в цилиндры, смешивается с остатками **отработавших газов**, не полностью удалённых в предыдущем цикле, и образуется **рабочая смесь**. Добавление к горючей смеси отработавших газов оказывает значительное отрицательное влияние на воспламенение и горение рабочей смеси.

#### Дозирующие устройства карбюратора

**Карбюратор** приготавливает горючую смесь, соответствующую по своему составу данному режиму работы двигателя. Современные карбюраторы, применяемые на автомобильных двигателях, имеют ряд устройств и систем: главная дозирующая система, система холостого хода, экономайзер, ускорительный насос, система пуска холодного двигателя

**Главная дозирующая система** обеспечивает приготовление горючей смеси, близкой по составу к экономичной во всем диапазоне частичных нагрузок. Она состоит из элементов простейшего карбюратора и компенсирующего устройства, назначением которого является обеднение смеси в необходимых пределах по мере **роста расхода** воздуха.

**Экономайзер** обогащает приготавливаемую главной дозирующей системой горючую смесь для обеспечения максимальных нагрузок. Привод экономайзера может быть механическим или пневматическим.

**Система холостого хода** служит для приготовления обогащённой горючей смеси на режим холостого хода, когда главная дозирующая система не работает. Расход воздуха, проходящего через карбюратор, незначителен, а разрежение в диффузоре настолько мало, что топливо через распылитель не вытекает.

**Ускорительный насос** служит для временного обогащения горючей смеси при резком открытии дроссельной заслонки и улучшения приемистости двигателя.

**Система пуска холодного двигателя** служит для приготовления богатой горючей смеси при пуске холодного двигателя, когда условия воспламенения горючей смеси неблагоприятны. Пусковым устройством служит воздушная заслонка, с помощью которой перекрывают впускной патрубок

карбюратора перед распылителем и диффузором. Это увеличивает разрежение у отверстия распылителя и обеспечивает увеличение расхода бензина.

Система питания дизельного двигателя предназначена для подачи воздуха и топлива в цилиндры, приготовление горючей смеси внутри цилиндров и для выпуска отработавших газов.

В дизельном двигателе рабочая смесь готовится внутри цилиндра, поэтому на процессы смесеобразования, воспламенения и сгорания отводится очень короткое время ( $0,001 \div 0,004$  с), то есть в  $10 \div 12$  раз меньше, чем в карбюраторном двигателе. Процессы **смесеобразования, воспламенения и горения** в дизельных двигателях происходят почти **одновременно**.

Чтобы топливо быстрее и полно сгорало, необходимо мелкое однородное распыливание топлива, достаточная дальность струи, равномерное распределение частиц топлива по пространству камеры сгорания и организованное движение воздуха в камере сгорания.

Распыливание топлива – процесс раздробления топлива, подаваемого форсункой в камеру сгорания, на мельчайшие капли. Чем меньше диаметр капель топлива, тем быстрее они прогреваются и приготавливаются к воспламенению.

Равномерное распределение частиц в камере сгорания обеспечивается определенной формой камеры сгорания и конструкцией форсунки. Первые капли впрыскиваемого в камеру сгорания топлива находятся в лучших условиях сгорания, чем последующие, которые поступают в среду, уже загрязненную продуктами сгорания первых частиц. Поэтому распыливание топлива, равномерное распределение его в камере сгорания надо сочетать с организованным движением воздуха в камере. Тогда воздух будет наиболее полно использоваться для сгорания. Вихревое движение воздуха в камере сгорания в конце такта сжатия достигается соответствующей конструкцией поршня, камеры, каналов и клапанов.

Система питания дизельного двигателя (рис. 5) состоит из топливного бака, фильтров грубой и тонкой очистки топлива, топливоподкачивающего насоса с ручным приводом, **топливного насоса высокого давления (ТНВД)** регулятором частоты вращения и автоматической муфтой опережения впрыска топлива, форсунок и трубопроводов низкого и высокого давления.

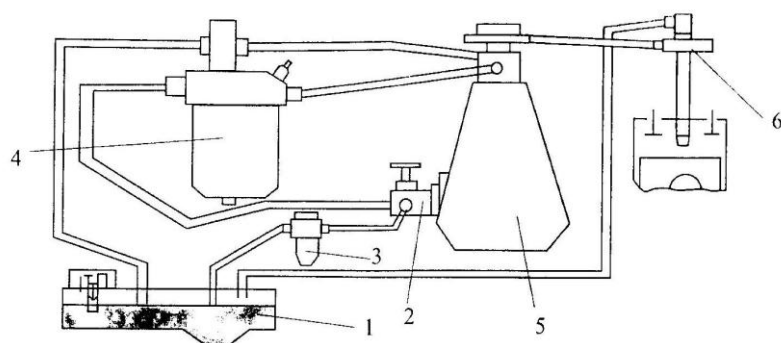


Рис. 5. Схема системы питания дизеля:

- 1 - топливный бак; 2 - топливоподкачивающий насос;
- 3 - фильтр грубой очистки; 4 - фильтр тонкой очистки;
- 5 - ТНВД; 6 – форсунка.

При работе двигателя топливо из топливного бака 1 подается топливоподкачивающим насосом 2 через фильтр грубой очистки топлива 3 и через фильтр тонкой 4 к насосу высокого давления 5. Из насоса высокого давления топливо по топливопроводам высокого давления поступает к форсункам 6, через которые в мелко распыленном виде оно впрыскивается в цилиндры в соответствии с порядком работы двигателя. Излишнее топливо от насоса высокого давления возвращается в топливный бак по **обратной топливной магистрали**.

Воздух в цилиндры двигателя поступает после очистки его от частиц пыли в воздушном фильтре.

Все части системы питания дизельного двигателя соединены топливопроводами низкого и высокого давления. Топливопроводы низкого давления в современных дизельных двигателях изготовлены из прозрачной маслостойкой пластмассы, а высокого давления – из толстостенных стальных трубок.

Одним из важнейших аппаратов системы питания дизельного двигателя является ТНВД. Он предназначен для впрыска в цилиндры двигателя **дозированной порции топлива** под высоким давлением в определенной последовательности. ТНВД расположен в развале блока цилиндров и приводится в действие от распределительного вала через шестерни привода. Насос состоит из кор-

пуса, кулачкового вала, секций (по числу цилиндров) и механизма поворота плунжеров. На задней части ТНВД установлен всережимный регулятор частоты, на переднем конце кулачкового вала насоса расположена муфта опережения впрыска топлива.

**Всережимный регулятор** частоты вращения коленчатого вала двигателя предназначен для поддержания заданного водителем скоростного режима работы двигателя путем автоматического изменения количества подаваемого в цилиндры топлива в зависимости от изменения нагрузки двигателя. Регулятор также ограничивает максимальную частоту вращения, а при пуске автоматически обеспечивает увеличение подачи топлива, что значительно улучшает пусковые качества двигателя, особенно при низких температурах воздуха. Автоматически поддерживая скоростной режим при изменяющихся нагрузках, регулятор облегчает труд водителя.

Автоматическая **муфта опережения впрыска** топлива предназначена для изменения момента начала подачи топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя. При увеличении частоты вращения угол опережения впрыска топлива автоматически увеличивается, что обеспечивает сохранение времени, необходимого на протекание процессов испарения топлива, перемешивание паров с воздухом, воспламенения и сгорания. При уменьшении частоты вращения угол опережения впрыска топлива уменьшается.

Установка автоматической муфты повышает экономичность двигателя и улучшает его пусковые качества.

### Угол опережения впрыска топлива

Для установки угла опережения впрыска на крышке распределительных шестерен двигателя размещена шкала с делениями и цифрами, а на шкиве коленчатого вала соответственно – метка. В связи с тем, что угол опережения впрыска зависит от конструктивных особенностей данного двигателя, этот угол выбивается на торце корпуса муфты опережения впрыска топлива (для двигателей ЯМЗ - число 20).

На ведущем фланце муфты имеются деления в обе стороны от цифры «0», причем одно деление соответствует четырем делениям на крышке распределительных шестерен. При проверке установки угла опережения впрыска, если несовпадение рисок на крышке распределительных шестерен не превышает одного деления, то угол опережения впрыска регулировать не надо.

## Раздел 2. Устройство и работа ДВС

### Тема 2.4. Смазочная система. Система охлаждения

Система смазки служит для подвода масла к трущимся поверхностям деталей двигателя. Масло, поступающее к трущимся поверхностям, уменьшает **потери энергии на трение и износ деталей**, охлаждает трущиеся поверхности и очищает их **от продуктов износа**. В современных двигателях применяют комбинированные системы смазки, в которых масло к трущимся поверхностям одних деталей подается **под давлением** масляным насосом, а к другим **разбрызгиванием, самотеком, масляным туманом**.

#### Назначение системы смазки:

1. уменьшение износа, снижение сил трения, повышение показателей двигателя.
2. вынос из каналов системы смазки частиц износа (фильтр тонкой группы очистки).
3. охлаждение вместе с системой охлаждения.

С одной стороны, чем менее вязким будет моторное масло, тем лучше оно будет проникать в щель между вкладышем и поверхностью шейки. С другой стороны, шейка и вкладыш прижимаются друг к другу разными силами, и моторное масло из щелей будет выдавливаться. Значит, вязкость масла для данного двигателя и заданных условий работы должна быть точно определена.

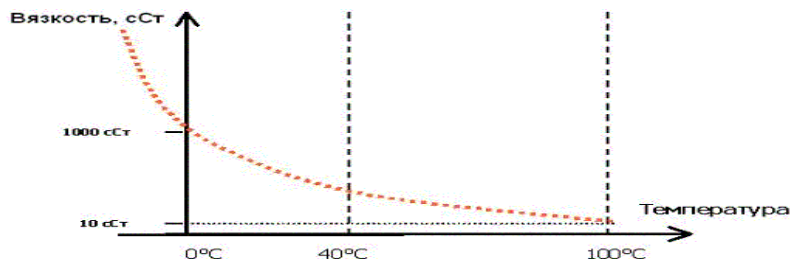
#### Маркировка масла

например М-8Г<sub>1</sub>,

где М – моторное масло,

8 – кинематическая вязкость,  $\nu=8\text{Ст}=8\text{ мм}^2/\text{г}$ ,

Г<sub>1</sub> – группа по количеству присадок, 1 – только для карбюраторных/бензиновых двигателей внутреннего сгорания.



При работе зимой необходимо использовать более жидкое масло когда двигатель прогреет. В момент пуска двигателя (хранящегося на улице) возможность пуска определяется вязкостью масла при температуре -18°C.

С помощью специалистов по химии удалось создать масло с комбинированными вязкостными свойствами (загущенные, всесезонные).

Довольно интенсивно двигатель охлаждается через поверхности корпусных деталей (блок-картер, головка блока). С другой стороны чрезмерное понижение средней температуры двигателя приводит к снижению показателей эффективности и повышению износа трущихся деталей. Система охлаждения **служит** для поддержания **оптимального температурного режима** двигателя путём регулируемого отвода тепла от наиболее нагреваемых деталей.

Высокая температура газов в течение процессов сгорания и расширения вызывает интенсивный нагрев деталей, непосредственно соприкасающихся с горячими газами (гильзы цилиндров, головки цилиндров, поршни, клапаны). На нагрев деталей двигателя затрачивается 20...35% тепла, выделяющегося при сгорании топлива в цилиндрах. Если это тепло не отводить, то есть не охлаждать двигатель, то на многих движущихся деталях масло выгорит и вследствие чрезмерного расширения произойдёт их заедание. При недостаточном отводе тепла двигатель перегревается, не развивает максимальной мощности, увеличивается расход топлива, а детали двигателя из-за недостаточной смазки быстро изнашиваются. В случае чрезмерного отвода тепла, то есть при переохлаждении двигателя, также ухудшается его топливная экономичность, значительно снижается срок службы.

Принципиальная схема жидкостной системы охлаждения двигателя показана на рис. 4. Вокруг цилиндров 11 двигателя и их головок имеется пространство (**рубашка охлаждения**), заполненное охлаждающей жидкостью. В качестве охлаждающей жидкости применяют воду или специальные низкотемпературные жидкости, называемые антифризами. Рубашка охлаждения соединена патрубками 8 и 15 с **радиатором 2** – устройством, служащим для охлаждения нагретой жидкости. Радиатор и рубашка охлаждения заполняются жидкостью через заливную горловину, закрытую крышкой 5. В крышке имеются клапаны (паровой и воздушный), через которые внутренняя полость системы охлаждения сообщается с атмосферой. Пар отводится по трубке 4.

Принудительная циркуляция жидкости в системе создаётся насосом 14, приводимым в работу от коленчатого вала двигателя шкивом 7.

Температуру охлаждающей жидкости контролируют по указателю температуры 13. Для быстрого прогрева двигателя, особенно после его пуска, в систему охлаждения устанавливают **термостат 10**. Когда двигатель не прогрет, клапан термостата закрыт и жидкость из рубашки охлаждения не может попасть радиатор (в большой круг циркуляции). При закрытом клапане термостата жидкость поступает к насосу через трубку 9 (**малый круг циркуляции**). Так как двигатель в данном случае охлаждается жидкостью, не поступающей к радиатору, то интенсивность охлаждения снижается. После этого клапан термостата открывается, и охлаждение двигателя осуществляется жидкостью, циркулирующей по **большому кругу**. Оптимальный температурный режим двигателя поддерживается также изменением интенсивности воздушного потока, проходящего через радиатор. При помощи жалюзи 3 изменяют расход воздуха, подходящего через радиатор, и тем самым интенсивность охлаждения.

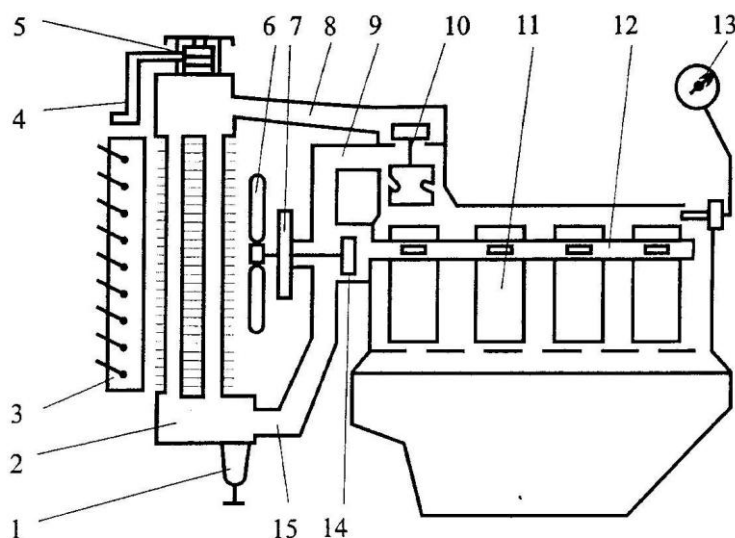


Рис. 4. Схема системы жидкостного охлаждения:

- 1–сливной кран; 2–радиатор; 3–жалюзи; 4–пароводяная трубка;  
5 – крышка радиатора; 6– вентилятор; 7– шкив; 8,9,15 – патрубок; 10 –термостат; 11 – цилиндры; 12– водораспределительный канал; 13 –указатель температуры; 14 –водяной насос.

двигателя поддерживается также изменением интенсивности воздушного потока, проходящего через радиатор. При помощи жалюзи 3 изменяют расход воздуха, подходящего через радиатор, и тем самым интенсивность охлаждения.

При **воздушном охлаждении** двигателя цилиндры и их головки для увеличения поверхности охлаждения снабжены большим количеством **рёбер охлаждения**. Охлаждающий воздух подаётся вентилятором большой производительности, приводимым в работу от коленчатого вала двигателя. К цилиндрам воздух поступает по направляющему кожуху, обеспечивающему одинаковый обдув всех цилиндров.

## Раздел 2. Устройство и работа ДВС

### Тема 2.5. Система пуска

Система впуска **предназначена** для запуска двигателя после хранения автомобиля в межсменное время. В отличие от других двигателей (электродвигатель) ДВС требует для его запуска вращения коленчатого вала с пусковой частотой. Она составляет для карбюраторных – 60÷80 об/мин, для дизельных – 150÷180 об/мин.

Применяют электрические системы пуска, воздушный (или цилиндровый) пуск, пуск вспомогательным поршневым двигателем внутреннего сгорания и ручной пуск.

Электрические системы пуска с питанием от аккумуляторной батареи удобны и требуют минимально затрат на обслуживание.. На автомобиль и тракторных двигателях предназначены электрические двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением – **электростартеры**. Крутящий момент с вала привода передается на коленчатый вал двигателя посредством зубчатого колеса, которое на время пуска электромагнитным реле вводится в зацепление с зубчатым венцом на маховике двигателя.

#### Пусковые качества двигателя

Пусковые качества двигателей оцениваются следующими параметрами.

**Минимальная температура пуска** это минимальная температура атмосферного воздуха, при которой возможен пуск холодного двигателя.

**Продолжительность пуска** оценивается временем прокручивания коленчатого вала до момента отключения пускового устройства на режиме холостого хода.

**Время подготовки двигателя** к приёму нагрузки складывается из времени, затраченного на пуск и прогрев двигателя на режиме холостого хода. По условиям надежности работа двигателей под нагрузкой разрешается при температуре воды и масла не ниже .40...45 °С. Работа двигателя с большой нагрузкой при низкой температуре масла и воды может вызвать повреждение **подшипников** коленчатого вала и недопустимо высокие температурные **напряжения в стенках** деталей, образующих камеру сгорания.

С другой стороны концентрация **токсичных** веществ в отработавших газах после прогрева двигателей существенно меньше, чем при работе холодного; меньше приблизительно на 30 % и **расход бензина**.

Поршневые и комбинированные двигатели внутреннего сгорания отличаются удовлетворительными пусковыми качествами.

Затруднения с пуском холодного двигателя при отрицательных температурах возникают в связи со значительным увеличением момента **сопротивления проворачиванию** коленчатого вала ввиду повышения вязкости масла. При отрицательных температурах заметно падает к тому же работоспособность **аккумуляторных** батарей.

Для надёжного пуска используют обогащение смеси в 1,8÷2,5 раза, нагрев воздуха во впускном трубопроводе, свечи накаливания в разделённых и неразделённых камерах сгорания, Легко воспламеняющиеся жидкости «Холод Д-40» (дизели) и «Арктика» (карбюраторные).

## Раздел 3. Процессы силового агрегата

### Тема 3.1. Конструктивные особенности транспортного газотурбинного двигателя

Газотурбинный двигатель это **комбинированный** двигатель, состоящий из поршневой части и газовой турбины. Газовая турбина приводит в действие компрессор, обеспечивающий наддув двигателя.

Двигатели с наддувом, применяемые в автомобильном транспорте, являются одноступенчатыми, с газовой связью. Поршневая часть является ведущей, а газовая турбина выполняет вспомогательную функцию. Поршневая часть передаёт произведённую мощность потребителю. Газовая турбина выполняет вспомогательную, но очень важную функцию – она обеспечивает повышение давления свежего заряда, благодаря чему мощность поршневой части возрастает на 50% и более при незначительном увеличении общей массы двигателя (на величину массы турбокомпрессора – 3÷5%).

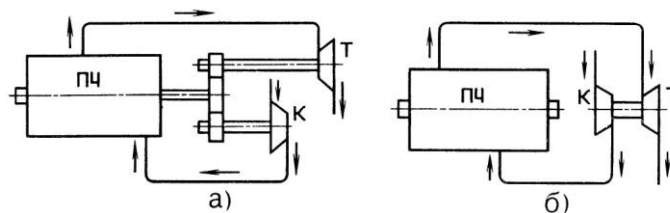


Рис. 7. Схема комбинированного двигателя:

а) — с механической связью; б) — с газовой связью;

ПЧ — поршневая часть; Т — газовая турбина; К — компрессор.

На рис. 7 представлены схемы двигателей с наддувом, на которых поршневая часть соединена с компрессором механической передачей (рис. 7, а) и газовым трубопроводом (рис. 7, б), по которому отработавшие газы поступают в компрессор. На автомобилях чаще применяют последнюю схему, при этом компрессор и турбина находятся на одном валу, имеют единый корпус и называются турбокомпрессором.

В двигателе с турбонаддувом воздух после воздушного фильтра поступает в компрессор, где повышается его давление и масса воздуха, поступившего в надпоршневое пространство. В этом же отношении увеличивается масса впрыскиваемого через форсунку топлива и получаемая мощность. Отработавшие газы поступают в газовую турбину и производят мощность, необходимую для привода компрессора.

Выделяют три степени наддува:

- малый, с повышением давления свежего заряда до 0,14 МПа (1,4 ат) и приростом мощности двигателя до 30%;
- средний, с повышением давления до 0,19 МПа (1,9 ат) и приростом мощности до 50%;
- высокий, с повышением давления свыше 0,19 МПа (1,9 ат) и приростом мощности до 70%.

При высоком наддуве рост температуры после компрессора снижает массу свежего заряда и требует установки промежуточного охлаждения воздуха. Возрастает также механическая и тепловая нагрузка на детали КШМ, что приводит к необходимости назначения более низких значений степени сжатия и снижению ресурса двигателя.

### Раздел 3. Процессы силового агрегата

#### Тема 3.2. Характеристики силовых агрегатов

Для описания и контроля свойств силовых агрегатов используют показатели и характеристики. **Показатели** это числовые величины, характеризующие конкретный режим и двигатель вообще. Краткая техническая характеристика двигателя содержит 8 ÷ 10 показателей, которые представляют двигатель. Она приводится в **руководстве по эксплуатации** двигателя или даётся в автомобильных справочниках, например в справочнике НИИАТ [3]. Такая характеристика содержит данные о конструкции (ход поршня  $S$ , диаметр цилиндра  $D$ ), данные о возможности применения (максимальная мощность  $N_e$ , максимальный крутящий момент  $M_e$ ) и некоторые показатели качества двигателя (степень сжатия  $\epsilon$ ).

**Характеристикой** называется зависимость (функция) показателей двигателя (мощность  $N_e$ , расход топлива  $G_T$ , угол опережения зажигания  $\theta$ ) от параметра, характеризующего режим работы двигателя при соблюдении определённых условий. Чаще всего характеристики получают опытным путём с использованием специальных стендов.

Краткая техническая характеристика двигателя часто сопровождается его **внешней скоростной характеристикой**. Скоростной характеристикой называется зависимость параметров двигателя от частоты вращения коленчатого вала  $n$  при **неизменности** нагрузочного (угла открытия дроссельной заслонки) и регулировочного (все регулировки в норме) факторов. Если характеристика снимается при полностью открытой дроссельной заслонке, то она называется **внешней**, иначе — частичной. Внешняя скоростная характеристика представляет максимальные возможности двигателя.

**Нагрузочной** характеристикой называется зависимость параметров двигателя от положения органа управления мощностью двигателя (на графике — мощность) при неизменности скоростного фактора (частоты вращения) и регулировочного. Основной кривой является кривая удельного расхода топлива  $g_e$ . Нагрузочная характеристика позволяет определить наиболее экономичный режим работы двигателя при данных условиях.

Регулировочных характеристик можно построить несколько — по числу регулировочных параметров. **Регулировочной характеристикой по углу опережения зажигания** называется зависимость параметров двигателя от угла опережения зажигания при постоянстве скоростно-

го и нагрузочного факторов. Она выявляет оптимальное значение  $\theta$  для каждого режима работы двигателя, при котором максимальна мощность и минимален удельный расход топлива.

Важное значение для определения дозы топлива, впрыскиваемого в надпоршневое **пространство, имеет регулировочная характеристика по составу смеси**. Она представляет собой зависимость параметров двигателя от коэффициента избытка воздуха  $\alpha_v$  при неизменности скоростного и нагрузочного факторов. Эта характеристика выявляет наличие при работе карбюраторного двигателя мощностного и экономичного состава горючей смеси. Карбюратор конструируется так, чтобы на данном режиме работы двигателя он производил смесь нужного состава. Наступающие в процессе эксплуатации отклонения устраняются в процессе технического обслуживания карбюратора.



### 4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование практического занятия</i>	<i>Объ- ем (час.)</i>	<i>Вид занятия в инте- рактивной, ак- тивной, инновационной формах, (час.)</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	1.	Виды и классификация подвижного состава	1	-
2	1.	Изучение рабочего процесса четырёхтактного автомобильного двигателя	2	Компьютерная презентация (2 час.)
3	2.	Изучение кривошипно-шатунного механизма	2	-
4	2.	Изучение газораспределительного механизма	2	-
5	2.	Изучение системы смазки и охлаждения	2	-
6	2.	Изучение системы питания карбюраторного двигателя	2	-
7	2.	Изучение системы питания дизельного двигателя	2	-
8	3.	Конструктивные особенности транспортного газотурбинного двигателя	2	-
9	3.	Характеристики силовых агрегатов	2	Компьютерная презентация (2 час.)
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>4</b>

### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрены.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование</i> <i>разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во</i> <i>часов</i>	<i>Компетенции</i>		$\Sigma$ <i>комп.</i>	<i>t</i> <sub>ср</sub> , час	<i>Вид</i> <i>учебной</i> <i>работы</i>	<i>Оценка</i> <i>результатов</i>
		<i>ОПК-2</i>	<i>ПК-9</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1. Введение</b>	15	+	+	2	7,5	Лекции, ПЗ, СРС	Зачет
<b>2. Устройство и работа ДВС</b>	43	+	+	2	21,5	Лекции, ПЗ, СРС	Зачет
<b>3. Процессы силового агрегата.</b>	14	+	+	2	7	Лекции, ПЗ, СРС	Зачет
<b><i>всего часов</i></b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>12</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Витковский С.Л. Силовые агрегаты: Методические указания для выполнения лабораторных работ.– БратскИзд-во БрГУ, 2014.—47 с..

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Автомобильные двигатели: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [М.Г. Шатров, К.А. Морозов, И.В. Алексеев и др.]; под ред. М.Г. Шатрова.– 2-ое изд. испр.–М.: Издательский центр «Академия», 2010.–464 с.	Лк,СР, ПЗ	10	0,7
<b>Дополнительная литература</b>				
2.	Автомобильный справочник / Б.С.Васильев, М.С. Высоцкий, К.В.Гаврилов и др. По общ. ред. В.М. Приходько. М.: ОАО «Издательство «Машиностроение», 2004. – 704 с., ил.	Лк,СР, ПЗ	5	0,3
3.	Автомобиль: Основы конструкции: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / Н.Н.Вишняков, В.К. Вахламов, А.Н.Нарбут и др.-- 2-е изд., перераб. и доп.—М.: Машиностроение, 1986. – 304 с.: ил.	Лк,СР	150	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Практическое владение основами технической эксплуатации двигателя предполагает наличие сформированных знаний по конструкции механизмов и систем, а также умений и навыков работы с конструктивными и эксплуатационными параметрами.

Для того чтобы достигнуть указанного в целевой установке уровня владения материалом дисциплины, следует систематически готовиться к занятиям, выполнять в полном объеме все задания практических занятий и закреплять полученные умения, повторяя пройденный на занятиях материал во время самостоятельной подготовки.

### 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ Практическое занятие №1. Виды и классификация подвижного состава

Цель работы – освоить систему обозначения автомобилей и двигателей, используемую в нашей стране.

#### Порядок выполнения:

1) изучить принципы присвоения марок автомобилям, используемые ранее и с принятием ГОСТ Р 52051-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определение»;

2) изучить классификацию двигателей автомобилей;

3) изучить систему классификации двигателей внутреннего сгорания, используемые в разных отраслях экономики.

#### Задание:

1. Составьте таблицу, в которой размещены сведения о порядке формирования индекса, размещаемого в марке автомобиля.

2. Опишите классификацию автотранспортных средств.

3. Опишите общую и конструктивную классификацию двигателей.

4. Дайте примеры марок неавтомобильных двигателей.

Форма отчетности: отчёт по практической работе выполнить в соответствии с методическими указаниями «Оформление текстовых документов» и включить в отчёт по практическим занятиям.

#### Основная литература [1,2].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как классифицируются автотранспортные средства?

2. Как расшифровать марку автомобиля и марку двигателя?

3. По какому признаку классифицируются легковые автомобили?

4. По какому признаку классифицируются автобусы?

Как маркируются двигателя внутреннего сгорания, применяемые в неавтомобильных отраслях экономики.

**Практическое занятие №2.** Изучение рабочего процесса четырёхтактного автомобильного двигателя

Занятие проводится в интерактивной форме – компьютерная презентация. При выполнении работы используется фильм, имеющийся на кафедре, воспроизводимый на компьютере.

Цель работы – освоить принципы работы четырёхтактного двигателя, чаще всего используемого в качестве двигателя автомобиля.

Порядок выполнения:

- 1) изучить общее устройство одноцилиндрового двигателя;
- 2) изучить рабочий процесс 4-хтактного двигателя;
- 3) на одном из учебных двигателей снять головку блока и с помощью штангенциркуля и линейки измерить диаметр цилиндра, ход поршня, радиус кривошипа и длину шатуна (с точностью до 0,1 мм);
- 4) перевернув головку блока и установив ее горизонтально, определить объем камеры сгорания:
  - выбрать камеру сгорания, в которой оба клапана закрыты;
  - наполнить камеру водой;
  - отсосать пипеткой воду из камеры сгорания;
  - вылить воду в мензурку и измерить объем;
  - вытереть камеру сгорания, воду вылить в раковину;
  - определить объем камеры сгорания, добавив к полученным результатам объем, образующийся за счёт ненулевой толщины прокладки и объем, остающийся в цилиндре, когда поршень находится в верхней мёртвой точке;
- 5) пользуясь макетом многоцилиндрового двигателя, уяснить порядок работы цилиндров. Понять, из каких соображений выбирается порядок работы цилиндров, и чем он определяется. Вращая макет, проследить чередование тактов в каждом из цилиндров;

Задание:

1. Вычертить схему одноцилиндрового двигателя внутреннего сгорания. Нанести на схему сосредоточенную силу газов  $K$ , разложить эту силу на составляющие  $N$  и  $Q$ . Уяснить чем воспринимается сила  $S$  и что создает сила  $T$  (см. рис.1).
2. Используя, как исходные данные краткую техническую характеристику заданного двигателя, рассчитать рабочий объем цилиндра, полный объем цилиндра и соответствующие объёмы всего двигателя. Определить к какому классу (по литражу) относится двигатель.
3. Построить схему индикаторной диаграммы двигателя заданного автомобиля. Указать примерное значение температур и давлений в каждом из характерных точек. Диаграмму выполнить размером формата А5.
4. Привести в отчете скоростную характеристику двигателя, закрепленного за вами.
5. Записать порядок работы двигателя вашего автомобиля и составить для него таблицу по образцу таблицы 1.
6. Определите основные понятия двигателя - эффективный крутящий момент  $M_e$ , эффективная мощность  $N_e$ , максимальная угловая скорость коленчатого вал; литровая мощность, экономичность работы двигателя по расходу топлива. Привести краткую техническую характеристику заданного двигателя (по справочнику НИИАТ [3]).

Таблица 1

**Чередование тактов  
в четырехцилиндровом четырехтактном двигателе  
с порядком работы 1-3-4-2**

Угол поворота КВ $\varphi$ , град	1-ый цилиндр	2-й цилиндр	3-ий цилиндр	4-ый цилиндр
1	2	3	4	5
0 – 180°	<b>Расширение</b>	Выпуск	Сжатие	Впуск
180 – 360°	Выпуск	Впуск	<b>Расширение</b>	Сжатие
360 – 540°	Впуск	Сжатие	Выпуск	<b>Расширение</b>
540 – 720°	Сжатие	<b>Расширение</b>	Впуск	Выпуск

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе выполнить в соответствии с методическими указаниями «Оформление текстовых документов» и включить в отчет по лабораторному практикуму.

Основная литература [1,2].

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как подразделяются двигатели по основным характеристикам?
2. Как классифицируются и маркируются двигатели?
3. Каково назначение двигателя?
4. Опишите общее устройство и принцип работы автомобильного двигателя.
5. Что содержит краткая техническая характеристика автомобильного двигателя?
6. Что означают конструктивные параметры двигателя S, D, R, L?
7. Какие двигатели короткоходные?

### **Практическое занятие №3.** Изучение кривошипно-шатунного механизма

Цель работы – освоить назначение, устройство и работу кривошипно-шатунного механизма двигателя

#### Порядок выполнения:

Для выполнения лабораторной работы необходимо:

- 1) ознакомиться с устройством КШМ;
- 2) изучить работу деталей КШМ;
- 3) измерить размеры деталей КШМ на учебном двигателе;
- 4) составить отчёт.

#### Задание:

1. Определить назначение и начертить кинематические схемы КШМ современных автомобильных двигателей.

2. Начертить схему КШМ **заданного** двигателя с указанием названий всех деталей. Указать порядок работы цилиндров. Порядок работы цилиндров отечественных двигателей приведён в таблице 2.

3. Описать назначение и особенности конструкции блок-картера, гильз цилиндров, головок цилиндров, поршней, шатунов, поршневых пальцев, поршневых колец, коленчатых валов, подшипников скольжения, съёмных противовесов заданного двигателя.

4. Выписать основные размеры деталей КШМ заданного двигателя:

- диаметры цилиндра и поршня;
- ход поршня; длину шатуна,
- отношение хода поршня к диаметру цилиндра;
- диаметры коренных и шатунных шеек.

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе выполнить в соответствии с методическими указаниями «Оформление текстовых документов» и включить в отчёт по лабораторному практикуму.

#### Основная литература [1,2].

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначен КШМ?
2. Из каких деталей состоит КШМ?
3. Какое движение совершают детали КШМ?
4. Что такое радиус кривошипа R и длина шатуна L? Как практически измерить эти величины?
5. За счёт каких физических процессов протекает процесс впуска свежего заряда в надпоршневое пространство?

### **Практическое занятие №4.** Изучение газораспределительного механизма

Цель работы – освоить назначение, устройство и работу газораспределительного механизма двигателя.

#### Порядок выполнения:

- 1) ознакомиться с устройством ГРМ;
- 2) изучить работу ГРМ и его деталей;
- 3) измерить размеры деталей ГРМ на учебном двигателе;
- 4) отрегулировать тепловые зазоры клапанов ГРМ;
- 5) составить отчет.

#### Задание:

1. Описать назначение и начертить кинематические схемы ГРМ современных автомобильных двигателей.

2. Начертить схему ГРМ заданного двигателя с указанием названий всех деталей.

3. Описать назначение и особенности конструкции блок-картеров, головок цилиндров, гильз цилиндров, поршней, шатунов, поршневых пальцев, поршневых колец, коленчатых валов, подшипников скольжения и противовесов заданного двигателя;

4. Описать назначение и особенности конструкции газораспределительных валов ГРМ, механизма их привода, толкателей, штанг, коромысел, клапанов, пружин, деталей крепления клапанов, седел клапанов.

5. Определить размеры деталей КШМ и ГРМ:

- диаметр цилиндра и поршня;
- ход поршня;
- длину шатуна;
- отношение хода поршня к диаметру цилиндра;
- диаметры коренных и шатунных шеек.

6. Начертить диаграмму фаз газораспределения для впускного и выпускного клапанов заданного двигателя;

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе выполнить в соответствии с методическими указаниями «Оформление текстовых документов» и включить в отчёт по лабораторному практикуму.

Основная литература [1,2].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначены КШМ и ГРМ?
2. Поясните, что изображено на схеме клапанных механизмов газораспределения?
3. Как работает кривошипно-шатунный механизм?
4. Перечислите основные размеры деталей ГРМ.
5. В каком порядке производят регулировку теплового зазора ГРМ?

### **Лабораторная работа №5. Изучение системы смазки и охлаждения**

Цель работы – освоить назначение, устройство и работу систем смазки и охлаждения двигателя.

Порядок выполнения:

1) ознакомиться с устройством и работой различных типов систем охлаждения автомобильных двигателей (жидкостной, воздушной, принудительной, комбинированной);

2) описать принцип действия и применимость четырёх способов смазки (разбрызгиванием, самотёком, под давлением, масляным туманом);

3) описать работу основных узлов систем охлаждения и смазки (водяной масляный насосы, масляные фильтры, предохранительный клапан, термостат, автоматическая муфта включения вентилятора радиатора и др.);

Редактор формул Microsoft Equation 3.0 предназначен для вставки в текстовые документы объектов в виде формул с использованием математических и специальных символов, например:

Задание:

1. Описать назначение и вычертить схемы системы охлаждения и смазки заданной марки автомобильного двигателя.

2. Описать назначение и особенности конструкции радиаторов и насосов систем охлаждения и смазки заданного двигателя, масляных фильтров и клапанов, устройств, приспособлений, регулирующих тепловой режим двигателя.

3. Привести основные данные по изучаемым системам закреплённого за вами автомобиля: ёмкость систем охлаждения и смазки, давление температуру в системах при работе двигателя.

4. Описать назначение и принцип работы системы вентиляции картера двигателя.

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе выполнить в соответствии с методическими указаниями «Оформление текстовых документов» и включить в отчёт по лабораторному практикуму.

Основная литература [1,2].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково назначение систем смазки и охлаждения?
2. Опишите устройство и работу жидкостной системы охлаждения?
3. Опишите устройство и работу воздушной системы охлаждения?
4. Как работает система смазки двигателя?

5. Опишите особенности конструкции и работы термостата.
6. Как работает масляный насос?
7. Для чего предназначен и как работает масляный радиатор?

### **Лабораторная работа №6.** Изучение системы питания карбюраторного двигателя

Цель работы – освоить назначение, устройство и работу системы питания бензинового двигателя с карбюратором.

Порядок выполнения:

- 1) ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к составу горючей смеси карбюраторных двигателей и с работой простейшего карбюратора;
- 2) ознакомиться с устройством и работой системы питания карбюраторного двигателя;
- 3) изучить назначение, устройство и работу всех дозирующих устройств карбюратора;
- 4) изучить назначение, устройство и работу ограничителей частоты вращения коленчатого вала, применяемых на карбюраторных двигателях;
- 5) изучить конструкцию основных агрегатов и приборов системы питания;
- 6) освоить регулировки агрегатов и приборов системы питания, которые выполняются при сборке;

Задание:

1. Сформулировать назначение и вычертить схему системы питания заданного двигателя.
2. Привести требования, предъявляемые к составу горючей смеси карбюраторных двигателей.
3. Описать назначение и особенности конструкции дозирующих систем карбюратора двигателя заданной марки.
4. Описать назначение, схему, устройство и работу ограничителя частоты коленчатого вала двигателя.
5. Описать порядок регулировки карбюратора на минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя и регулировки уровня топлива в поплавковой камере.

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе выполнить в соответствии с методическими указаниями «Оформление текстовых документов» и включить в отчёт по лабораторному практикуму.

Основная литература [1,2].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково назначение и устройство элементарного карбюратора?
2. Каково назначение и устройство реального карбюратора?
3. Какие агрегаты и приборы входят в систему питания?
4. Каково назначение и устройство главной дозирующей системы карбюратора?
5. Каково назначение и устройство системы холостого хода карбюратора?
6. Для чего предназначены насос-ускоритель и экономайзер?
7. Какие регулировки выполняют при сборке карбюратора? двигателя.

### **Практическое занятие №7.** Изучение системы питания дизельного двигателя

Занятие проводится в интерактивной форме – компьютерная презентация. При выполнении работы используется фильм, воспроизводимый на компьютере.

Цель работы – освоить назначение, устройство и работу системы питания дизеля, работающего на дизельном топливе.

Порядок выполнения:

- 1) познакомиться с требованиями, предъявляемыми к топливу, агрегатам, приборам системы питания дизельного двигателя;
- 2) изучить назначение, устройство и работу всережимного регулятора частоты вращения;
- 3) изучить назначение, устройство и работу агрегатов и приборов системы питания ди-



зельного двигателя;

4) изучить порядок разборки основных частей системы питания дизельного двигателя (топливоподкачивающий насос, насос высокого давления, фильтр грубой и тонкой очистки топлива, форсунка, всережимный регулятор частоты вращения, муфта опережения впрыска топлива); уяснить, какими необходимо пользоваться инструментами и приспособлениями;

Задание:

1. Сформулировать требования, предъявляемые к топливу, агрегатам и приборам системы питания дизельных двигателей.

2. Разъяснить назначение и схему системы питания дизельного двигателя.

3. Описать назначение, схему, устройство и работу топливоподкачивающего насоса, ТНВД, форсунок всережимного регулятора частоты вращения муфты опережения впрыска топлива.

4. Описать порядок регулировки агрегатов системы питания дизельного двигателя (ТНВД, форсунок, всережимного регулятора частоты вращения).

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе выполнить в соответствии с методическими указаниями «Оформление текстовых документов» и включить в отчёт по лабораторному практикуму.

Основная литература [1,2].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково назначение системы питания дизельного двигателя? Привести схему.

2. Каково устройство и работа частей, входящих в систему питания дизельного двигателя?

3. Как правильно разбирать, собирать и регулировать составные части системы питания дизельного двигателя?

4. Какие инструменты и приспособления используют для разборки, сборки и регулировки агрегатов систем питания дизельного двигателя?

5. Что такое угол опережения впрыска топлива и как он изменяется на различных режимах работы двигателя.

**Практическое занятие №8.** Конструктивные особенности транспортного газотурбинного двигателя

Цель работы – освоить назначение наддува двигателя и устройство и работу двигателя с наддувом, имеющего газовую связь между поршневой частью и газовой турбиной.

Порядок выполнения

1) разобраться в назначении и смысле использования наддува;

2) освоить схему работы турбокомпрессора;

3) изучить устройство турбокомпрессора.

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе выполнить в соответствии с методическими указаниями «Оформление текстовых документов» и включить в отчёт по лабораторному практикуму.

Основная литература [1,2].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое наддув двигателя?

2. Какая связь существует между газовой турбиной и компрессором?

3. Для чего используется газовая турбина?

4. На какие виды классифицируется турбонаддув?

5. Для чего предназначено промежуточное охлаждение воздуха?

6. Перечислите детали турбокомпрессора.

**Практическое занятие №9.** Характеристики силовых агрегатов

Цель работы – изучить параметры и характеристики, количественно оценивающие работу двигателя на различных режимах. Компьютерная презентация.

Порядок выполнения

1) разобраться в смысле понятий «показатель» и «характеристика»;

2) усвоить, какие показатели входят в краткую техническую характеристику двигателя;

3) ознакомиться с типами характеристик двигателя.

Задание:

1. Выписать параметры краткой технической характеристики заданного двигателя.

2. Построить внешнюю скоростную характеристику заданного двигателя и найти на ней некоторые параметры краткой технической характеристики.

3. Схематически изобразить нагрузочную и регулировочные характеристики двигателя.

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе выполнить в соответствии с методическими указаниями «Оформление текстовых документов» и включить в отчёт по лабораторному практикуму.

Основная литература [1,2,5].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что называется внешней скоростной характеристикой двигателя?

2. Какие параметры входят в краткую техническую характеристику двигателя?

3. Что называется нагрузочной характеристикой?

4. Что называется регулировочной характеристикой по составу смеси?

5. Что такое степень сжатия?

6. Что такое коэффициент избытка воздуха?

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7;

Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;

Adobe Reader.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Лк	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	-
ПЗ	Лаборатория двигателей	1. Стенд УКБ-2473 ВАЗ-2108 2. Стенд УКБ-3-235 ГАЗ-53 3. Учебная мебель	1, 2, 3
	Лаборатория конструкций, автомобильных двигателей и электрооборудования	1. Стенд для исследований аппаратов систем зажигания. 2. Учебная мебель	4
	Учебные мастерские №2: Лаборатория испытания автомобильных двигателей	1. Стенд для испытания инжекторного двигателя легкового автомобиля ВАЗ; 2. Стенд для испытания двигателя ЗМЗ-53 3. Стенд для испытания двигателя ЯМЗ-236 4. Учебная мебель	5-9
СР	Читальный зал №1	10-ПК i5-2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D; Учебная мебель	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-2	владение научными основами технологических процессов в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	1. Введение	1.1. Виды и классификация подвижного состава.	вопросы к зачету 1.1-1.2, тесты
			1.2. Классификация, общее устройство и принцип работы двигателя..	
ПК-9	способность к участию в составе коллектива исполнителей в проведении испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов	2. Устройство и работа ДВС	2.1. Кривошипно-шатунный механизм	вопросы к зачету 2.1-2.12, тесты
			2.2. Механизм газораспределения	
			2.3. Система питания и регулирования двигателей.	
			2.4. Смазочная система. Система охлаждения.	
			2.5 Система пуска.	
3. Процессы силового агрегата	3.1. Конструктивные особенности транспортного газотурбинного двигателя	вопросы к зачету 3.1-3.3, тесты		
	3.2. Характеристики силовых агрегатов			

**2. Вопросы к зачету**

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-2	владение научными основами технологических процессов в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	1.1 Обозначение подвижного состава. 1.2 Маркировка поршневых и комбинированных двигателей.	1. Введение
			2.1 Классификация двигателей внутреннего сгорания. 2.2 Общее устройство и принцип работы двигателей.	2. Устройство и работа ДВС

	<b>ПК-9</b>	способность кучастию в составе коллектива исполнителей в проведении испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов	<p><b>2.3</b> Назначение кривошипно-шатунного механизма и механизма газораспределения.</p> <p><b>2.4</b> Устройство и работа кривошипно-шатунного механизма.</p> <p><b>2.5</b> Устройство и работа механизма газораспределения.</p> <p><b>2.6</b> Назначение системы питания и регулирования двигателей.</p> <p><b>2.7</b> Устройство системы питания бензинового двигателя.</p> <p><b>2.8</b> Конструкция системы питания дизеля.</p> <p><b>2.9</b> Назначение и работа смазочной системы.</p> <p><b>2.10</b> Назначение и работа системы охлаждения.</p> <p><b>2.11</b> Устройство системы пуска.</p> <p><b>2.12</b> Краткая техническая характеристика.</p>	
			<p><b>3.1</b> Конструкция турбокомпрессора.</p> <p><b>3.2</b> Характеристики силовых агрегатов</p> <p><b>3.3</b> Назначение наддува. Классификация двигателей с наддувом.</p>	<b>3.</b> Процессы силового агрегата

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b>  <b>ОПК-2</b> – принципы работы, технические характеристики и основные конструктивные решения силовых агрегатов ТИТМО отрасли, принципиальные компоновочные схемы; эффективные показатели рабочих процессов силовых агрегатов ТИТМО отрасли, оценочные показатели эффективности работы используемых в отрасли силовых агрегатов различных типов; основы химмотологии;  <b>ПК-9</b> – конструкции современных автомобильных двигателей, особенности двигателей с турбонаддувом, с впрыском топлива во впускной трубопровод, имеющие компьютерное управление;</p> <p><b>Уметь:</b>  <b>ОПК-2</b> – выполнять технические измерения механических, газодинамических и электрических параметров ТИТМО;  <b>ПК-9</b> – умение выбирать оптимальные методы организации работы автомобиля, исходя из специфики</p>	<b>зачтено</b>	<p>Обучающийся демонстрирует знание базовых понятий дисциплины, назначение механизмов и систем двигателя.</p> <p>Умеет грамотно излагать свои мысли.</p> <p>Владеет способностью свободно создавать эскизы частей двигателя, проводить вычисления, изображать графики, иллюстрирующие работу двигателя, способен вести профессиональный диалог.</p>
	<b>не зачтено</b>	<p>Не знает базовых понятий и терминов; не знает состава двигателя, назначения составных его частей, сбotoчных единиц, узлов.</p> <p>Затрудняется в изображении графиков; демонстрирует низкий уровень умений при работе</p>

<p>протекания процессов его силового агрегата;  <b>Владеть:</b>  <b>ОПК-2</b> – навыками организации технической эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов;  <b>ПК-9</b> – проводить измерения рабочих параметров двигателей, технологических машин и комплексов, проводит обработку полученных данных на компьютере.</p>		<p>с элементарными расчётами.          Не владеет способностью формулировать свои мысли об устройстве, работе, современных особенностях автомобильных двигателей, направлений их развития.</p>
--	--	--

#### 4. Типовые контрольные задания

##### Тестовое задание № 1

1. Как классифицируются автотранспортные средства?
2. Как расшифровать марку автомобиля и марку двигателя?
3. Изобразите схему КШМ и поясните, как он работает.

##### Тестовое задание № 2

1. По какому признаку классифицируются легковые автомобили?
2. По какому признаку классифицируются автобусы?
3. Изобразите схему ГРМ и поясните, как он работает.

##### Тестовое задание № 3

1. Как маркируются двигатели внутреннего сгорания, применяемые в неавтомобильных отраслях экономики?
2. Как подразделяются двигатели по основным характеристикам?
3. Изобразите схему системы смазки и поясните, как она работает.

##### Тестовое задание № 4

1. Как классифицируются и маркируются двигатели?
2. Каково назначение двигателя?
3. Изобразите схему системы охлаждения и поясните, как она работает.

##### Тестовое задание № 5

1. Опишите общее устройство и принцип работы автомобильного двигателя.
2. Что содержит краткая техническая характеристика автомобильного двигателя?
3. Изобразите схему системы питания и поясните, как она работает.

##### Тестовое задание № 6

1. Что означают конструктивные параметры двигателя S, D, R, L?
2. Какие двигатели короткоходные?
3. Изобразите схему системы зажигания и поясните, как она работает.

##### Тестовое задание № 7

1. Для чего предназначен КШМ?
2. Как расшифровать марку автомобиля и марку двигателя?
3. Изобразите схему КШМ и поясните, как он работает.

##### Тестовое задание № 8

1. Из каких деталей состоит КШМ?
2. По какому признаку классифицируются автобусы?
3. Изобразите схему ГРМ и поясните, как он работает.

##### Тестовое задание № 9

1. Какое движение совершают детали КШМ?
2. Как подразделяются двигатели по основным характеристикам?
3. Изобразите схему системы смазки и поясните, как она работает.

##### Тестовое задание № 10

1. Что такое радиус кривошипа R и длина шатуна L? Как практически измерить величины?
2. Каково назначение двигателя?
3. Изобразите схему системы охлаждения и поясните, как она работает.

##### Тестовое задание № 11

1. За счёт каких физических процессов протекает процесс впуска свежего заряда в надпорш-

новое пространство?

2. Что содержит краткая техническая характеристика автомобильного двигателя?

3. Изобразите схему системы питания и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 12

1. Какие рабочие нагрузки испытывает поршень?

2. Какие двигатели короткоходные?

3. Изобразите схему системы зажигания и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 13

1. Какие конструктивные элементы имеет поршень?

2. Как расшифровать марку автомобиля и марку двигателя?

3. Изобразите схему КШМ и поясните, как он работает.

Тестовое задание № 14

1. Что такое порядок работы цилиндров двигателя? Чем он определяется конструктивно?

2. По какому признаку классифицируются автобусы?

3. Изобразите схему ГРМ и поясните, как он работает.

Тестовое задание № 15

1. Для чего предназначены КШМ и ГРМ?

2. Как подразделяются двигатели по основным характеристикам?

3. Изобразите схему системы смазки и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 16

1. Поясните, что изображено на схеме клапанных механизмов газораспределения?

2. Каково назначение двигателя?

3. Изобразите схему системы охлаждения и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 17

1. Как работает кривошипно-шатунный механизм?

2. Что содержит краткая техническая характеристика автомобильного двигателя?

3. Изобразите схему системы питания и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 18

1. Перечислите основные размеры деталей ГРМ.

2. Какие двигатели короткоходные?

3. Изобразите схему системы зажигания и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 19

1. Как измерить основные размеры деталей ГРМ?

2. Как расшифровать марку автомобиля и марку двигателя?

3. Изобразите схему КШМ и поясните, как он работает.

Тестовое задание № 20

1. В каком порядке производят регулировку теплового зазора ГРМ?

2. По какому признаку классифицируются автобусы?

3. Изобразите схему ГРМ и поясните, как он работает.

Тестовое задание № 21

1. Каковы последствия неправильной регулировки теплового зазора ГРМ?

2. Как подразделяются двигатели по основным характеристикам?

3. Изобразите схему системы смазки и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 22

1. Какие типы ГРМ используют на современных двигателях?

2. Каково назначение двигателя?

3. Изобразите схему системы охлаждения и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 23

1. Для чего устанавливают 3 или 4 клапана на цилиндр?

2. Что содержит краткая техническая характеристика автомобильного двигателя?

3. Изобразите схему системы питания и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 24

1. Каково назначение систем смазки и охлаждения

2. Какие двигатели короткоходные?

3. Изобразите схему системы зажигания и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 25

1. Опишите устройство и работу жидкостной системы охлаждения?

2. Как расшифровать марку автомобиля и марку двигателя?

3. Изобразите схему КШМ и поясните, как он работает.

Тестовое задание № 26

1. Опишите устройство и работу воздушной системы охлаждения?

2. По какому признаку классифицируются автобусы?

3. Изобразите схему ГРМ и поясните, как он работает.

Тестовое задание № 27

1. Как работает система смазки двигателя?

2. Как подразделяются двигатели по основным характеристикам?

3. Изобразите схему системы смазки и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 28

1. Опишите особенности конструкции и работы термостата.

2. Каково назначение двигателя?

3. Изобразите схему системы охлаждения и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 29

1. Опишите особенности конструкции и работы автоматической муфты включения вентилятора радиатора.

2. Что содержит краткая техническая характеристика автомобильного двигателя?

3. Изобразите схему системы питания и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 30

1. Как работает масляный насос?

2. Какие двигатели короткоходные?

3. Изобразите схему системы зажигания и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 31

1. Для чего предназначен и как работает масляный радиатор?

2. Как расшифровать марку автомобиля и марку двигателя?

3. Изобразите схему КШМ и поясните, как он работает.

Тестовое задание № 32

1. Опишите работу фильтра тонкой очистки масла.

2. По какому признаку классифицируются автобусы?

3. Изобразите схему ГРМ и поясните, как он работает.

Тестовое задание № 33

1. Каково назначение и устройство элементарного карбюратора?

2. Как подразделяются двигатели по основным характеристикам?

3. Изобразите схему системы смазки и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 34

1. Каково назначение и устройство реального карбюратора?

2. Каково назначение двигателя?

3. Изобразите схему системы охлаждения и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 35

1. Каково назначение и устройство главной дозирующей системы карбюратора?

2. Что содержит краткая техническая характеристика автомобильного двигателя?

3. Изобразите схему системы питания и поясните, как она работает.

Тестовое задание № 36

1. Каково назначение и устройство системы холостого хода карбюратора?

2. Какие двигатели короткоходные?

3. Изобразите схему системы зажигания и поясните, как она работает

Оценка	Критерии оценки тестов
зачтено	оценка «зачтено» выставляется, если все задания выполнены без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученного материала, устойчивость используемых умений и навыков, что свидетельствует о сформированности компетенции. Допускаются незначительные ошибки.
не зачтено	оценка «не зачтено» выставляется, если обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; не сформированы компетенции, умения и навыки. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

### 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.

Дисциплина «Силовые агрегаты» направлена на получение теоретических знаний и практических навыков и умений для активного применения в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

Изучение дисциплины «Силовые агрегаты» предусматривает:

- лекции
- выполнение практических работ;
- зачет;
- самостоятельную работу обучающихся.

В ходе освоения раздела 1 «Введение» студенты должны уяснить, что такое модель двигателя, модель автомобиля, должны уметь дать общую характеристику двигателя автомобиля.

В разделе 2 «Устройство и работа ДВС» подробно изучаются механизмы и системы двигателя, их параметры, регулируемые в процессе технического обслуживания, основные неисправности.

В разделе 3 «Процессы силового агрегата» следует познакомиться с работой двигателя с наддувом и получить представление о характеристиках двигателя.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для решения широкого класса различных задач студента и применения знаний и навыков при реализации проектов в течение всей последующей деятельности.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на освоение названий деталей, их частей, воздействие их друг на друга.

Овладение ключевыми понятиями даёт возможность изучать дисциплины по технической эксплуатации и ремонту двигателя.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: назначение двигателя и назначение его частей, обеспечивающих цель работы двигателя.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков использования терминов для описания устройства и работы различных марок двигателей.

Самостоятельную работу необходимо начинать с повторения материала, полученного во время проведения аудиторных занятий. Далее студент расширяет объём своих знаний, читая учебную литературу и активно изучая методические пособия. Необходимо акцентировать внимание на физическом и техническом смысле действия сборочных единиц и систем.

В процессе консультации с преподавателем студент, проявляя уже полученные знания, получает возможность освоить более трудный для понимания материал.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в библиотеке.



теке и Интернетe.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий с применением интерактивных форм (компьютерная презентация). Внеаудиторная работа предполагает самостоятельную работу обучающихся с литературой, проведение расчётов на калькуляторах и своих компьютерах с целью закрепления полученных на занятиях знаний, приобретения умений и навыков.

## АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

### Силовые агрегаты

#### 1. Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение конструкции и принципа действия механизмов, систем двигателей и агрегатов современных отечественных и зарубежных автомобилей.

Задачами дисциплины являются:

- знание конструкции современных автомобильных двигателей;
- знание сущности процессов, происходящих в цилиндрах ДВС; влияние основных конструктивных, эксплуатационных и атмосферно-климатических факторов на протекание этих процессов и на формирование внешних показателей работы двигателя; основных критериев, оценивающих те или иные аспекты работы ДВС и характеристик, применяемых на автотранспорте силовых агрегатов;
- умение выбирать оптимальные методы организации работы автомобиля, исходя из специфики протекания процессов его силового агрегата.

#### 2. Структура дисциплины

2.1. Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекций – 17 часов, практических занятий – 17 часа, самостоятельная работа обучающихся – 38 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, 2 зачетных единицы.

2.2. Основные разделы дисциплины:

- 1 – Введение.
- 2 – Устройство и работа ДВС.
- 3 – Процессы силового агрегата.

#### 3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ОПК-2** владение научными основами технологических процессов в области эксплуатации-транспортирования-технологических машин и комплексов,

**ПК-9** способность к участию в составе коллектива исполнителей в проведении испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.,  
(разработчик)

И.о. заведующего кафедрой МиТ \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» от «14» декабря 2015 года № 1470

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля \_\_\_\_\_ 2018 г. № 413.

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля \_\_\_\_\_ 2018 г. № 413.

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля \_\_\_\_\_ 2018 г. № 413.

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля \_\_\_\_\_ 2018 г. № 413.

**Программу составил (и):**

Слепенко Е.А., доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиТ

от «11» декабря \_\_\_\_\_ 2018 г., протокол № 6

И.о. заведующего кафедрой МиТ \_\_\_\_\_

Е.А. Слепенко

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ Е.А. Слепенко

Директор библиотеки \_\_\_\_\_

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией механического факультета

от « 14 » декабря \_\_\_\_\_ 2018 г., протокол № 4.

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_ Г.Н. Плеханов

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_

Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_