

**ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ  
Кафедра Автомобили и тракторы**

Рег. № ИН-ЭТ. 03-18  
« 30 » мар 2017 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

*Директор Инженерного института*

*Гуськов Ю.А.*

(ФИО)

(подпись)



ФГОС 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

***Б1.Б.18.1 Силовые агрегаты***

Код и название учебной дисциплины (модуля)

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

Код и наименование направления подготовки

(где 3-4 цифра соответствуют уровню образования: 01 – подготовка по рабочим профессиям (СПО);  
02- подготовка специалистов среднего звена (СПО); 03 – бакалавриат; 04- магистратура; 05 – специалитет; 06 – аспирантура)

Профили: *Автомобили и автомобильное хозяйство*

Основной вид деятельности: *Производственно-технологическая*

Дополнительный вид деятельности: *– сервисно-эксплуатационный*

(профиль и виды деятельности)

Курс: 1, 2

Семестр: 1,2,3

Факультет: *Инженерный институт*

*очная, заочная*

(очная, заочная, очно-заочная)

Вид занятий	Объем занятий [зачетных ед./часов]						Семестр	
	очная		заочная			очно-заочная		
Общая трудоемкость по учебному плану	6 / 216		6/ 216					
В том числе, по семестрам	3 / 108	3 / 108	1 / 36	1/36	4 / 144			1,2,3
Контактная работа	60	58	2	10	14			
Лекции	24	22	2	2	4			
Лабораторно-практические занятия	36	36	0	8	10			
в т.ч. лабораторные/практические	36/0	36/0	0/0	0/8	10/0			
Самостоятельная работа, всего	48	50	34	22	126			1,2,3
В том числе, по семестрам	2	3	1	2	3			
Подготовка к зачету / экзамену	9	12		4	4			
Контрольная работа	12	12		18	18			
Форма контроля								
Зачет/Зачет с оценкой	Зач	Зачет с оценкой		Зач	Зачет с оценкой			2,3
Контрольная работа	Кр	Кр		Кр	Кр			2,3

Новосибирск 2017

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования к содержанию и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, уровень подготовки бакалавриат, утвержденного приказом Минобрнауки России от 14.12.2015 №1470

**Программу разработал(и):**

*Старший преподаватель кафедры  
автомобилей и тракторов*

(должность)

подпись

*Вертей М.Л.*

ФИО

# **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

## **1.1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- классификацию и основные типы ДВС;
- устройство механизмов и систем различных ДВС;
- назначение и принцип работы узлов, агрегатов и систем ДВС;
- направления и основные тенденции развития силовых агрегатов, методы улучшения технико-экономических показателей и характеристик двигателей.

**уметь:**

- пользоваться технической документацией;
- объяснить устройство и принцип работы узлов, агрегатов и систем ДВС;
- объяснить сущность процессов, происходящих в цилиндре ДВС при реализации действительного цикла;
- оценить влияние основных конструктивных и эксплуатационных факторов на протекание рабочих процессов в ДВС;
- проводить расчет основных показателей ДВС;
- проводить испытания ДВС и агрегатов на специализированных стендах.

**владеть:**

- терминологией;
- методикой расчета основных показателей ДВС;
- методикой испытания ДВС и агрегатов.

## **1.2 Планируемые результаты освоения образовательной программы**

Дисциплина Силовые агрегаты в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование следующих компетенций ПК-10, ПК-14, ПК-15:

1. способностью выбирать материалы для применения при эксплуатации и ремонте транспортных, транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения с учетом влияния внешних факторов и требований безопасной, эффективной эксплуатации и стоимости (ПК-10);
2. способностью к освоению особенностей обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин, технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций (ПК-14);
3. владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности (ПК-15).

Таблица 1. Связь результатов обучения с приобретаемыми компетенциями

№	Осваиваемые знания, умения, навыки	Формируемые
---	------------------------------------	-------------

п/п		компетенции (ОК, , ОПК, ПК)
<b>1</b>	<b>Знать:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– классификацию и основные типы ДВС;</li> <li>– устройство механизмов и систем различных ДВС;</li> <li>– назначение и принцип работы узлов, агрегатов и систем ДВС;</li> <li>– направления и основные тенденции развития силовых агрегатов, методы улучшения технико-экономических показателей и характеристик двигателей</li> </ul>	ПК-10, ПК-14, ПК-15
<b>2.</b>	<b>Уметь:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– пользоваться технической документацией;</li> <li>– объяснить устройство и принцип работы узлов, агрегатов и систем ДВС;</li> <li>– объяснить сущность процессов, происходящих в цилиндре ДВС при реализации действительного цикла;</li> <li>– оценить влияние основных конструктивных и эксплуатационных факторов на протекание рабочих процессов в ДВС;</li> <li>– проводить расчет основных показателей ДВС;</li> <li>– проводить испытания ДВС и агрегатов на специализированных стендах</li> </ul>	ПК-10, ПК-14, ПК-15
<b>3</b>	<b>Владеть:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– терминологией;</li> <li>– методикой расчета основных показателей ДВС;</li> <li>– методикой испытания ДВС и агрегатов</li> </ul>	ПК-10, ПК-14, ПК-15

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Силовые агрегаты относится к базовой части дисциплинам профиля.

Данная дисциплина опирается на курсы дисциплин: *История и современное состояние отечественного автомобилестроения, Математика, Физика*; и является основой для последующего изучения дисциплин: *Конструкция и эксплуатационные свойства ТвТМО, Пусковые качества двигателей внутреннего сгорания*.

## 3. Содержание дисциплины (модуля)

Распределение часов по темам и видам занятий представляется в таблице 2 по каждой форме обучения (очная, заочная):

Таблица 2.1 Очная форма

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов				Формируемые компетенции (ОК, ОПК, ПК)
		Лекции и (Л)	Вид занятия (ЛР)	Само ст. работ а (СР)	Всего по теме	
1	2	3	4	5	6	7
<b>2 семестр</b>						
<b>Раздел 1. Введение. Классификация, общее устройство силовых агрегатов.</b>						
1.1.	Классификация ДВС. Основные параметры ДВС	2	2	1	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
1.2.	Подвижная и неподвижная часть двигателя	2	1	1	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
1.3.	Кривошипно-шатунный механизм (КШМ)	1	2	1	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15

1.4.	Механизм газораспределения (ГРМ)	1	2	1	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
<i>Промежуточный контроль: тестирование</i>		-	-	2	2	
<b>Раздел 2. Системы ДВС</b>						
2.1.	Системы питания бензинового (карбюраторного) ДВС	2	2	1	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.2.	Системы впрыска легкого топлива	2	2	1	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.3.	Системы питания дизелей	2	2	2	6	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.4.	Системы питания двигателей газовым топливом.	1	2	1	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.5.	Система смазки двигателя	1	2	1	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.6.	Система жидкостного охлаждения	1	2	1	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.7.	Система воздушного охлаждения	1	2	1	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.8.	Система выпуска отработавших газов	1	1	1	3	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.9.	Система зажигания бензинового ДВС	1	2	2	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.10	Система пуска двигателя	1	2	1	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
.						
2.11	Микропроцессорные системы управления бензиновых и дизельных двигателей	2	4	2	8	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.12	Система нейтрализации отработавших газов	1	2	1	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
.						
2.13	Система рециркуляции отработавших газов	0,5	1	1	2,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
.						
2.14	Система вентиляции картерных газов	0,5	1	1	2,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.15	Система наддува ДВС	1	2	2	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
.						
<i>Промежуточный контроль: тестирование</i>		-	-	2	2	
<i>Итого</i>		24	36	27	108	
<i>Контрольная работа</i>				12		
<i>Итоговая аттестация: зачет</i>				9		
<b>3 семестр</b>						
<b>Раздел 3. Рабочие процессы и характеристики ДВС</b>						
3.1.	Циклы двигателей	2	2	2		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.2.	Топлива. Рабочие тела и их свойства	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.3.	Процессы газообмена	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.4.	Процесс сжатия	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.5	Смесеобразование в двигателях с искровым зажиганием	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.6.	Сгорание в двигателях с искровым зажиганием	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.7.	Процессы смесеобразования в дизелях и газодизелях	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.8	Воспламенение и сгорание в дизеле	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.9	Термодинамические соотношения в процессе сгорания	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.10	Процессы расширения и выпуска.	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.11	Индикаторные показатели цикла.	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.12	Механические потери двигателя.	2	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.13	Эффективные показатели двигателя.	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.14	Тепловой баланс двигателя.	1	2	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.15	Построение индикаторной диаграммы	1	2	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.16	Общие методы расчета деталей двигателей	2	4	2		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.17	Регулировочные, скоростные и нагрузочные характеристики ДВС.	2	8	4		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.18	Токсичность и дымность отработавших газов двигателей. Шумоизлучение.	1	1	1		ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.19	Регуляторная характеристика ТНВД. Скоростная характеристика ТНВД. Характеристика по подаче ТНВД. Динамическая и статическая характеристика бензиновых форсунок. Статическая характеристика дизельных форсунок	-	9	5		ПК-10, ПК-14, ПК-15
<i>Промежуточный контроль: тестирование</i>				2		
<i>Итого:</i>		22	36	26	108	
<i>Контрольная работа</i>				12		
<i>Итоговая аттестация: зачет с оценкой</i>				12		

### Таблица 2.2 Заочная форма

№ п/п	Наименование разделов и тем	Кол-во часов				Форм. компетенции (ПК)
		Л	ПЗ	СР	Всего	
<b>1 семестр</b>						
<b>Раздел 1. Введение. Классификация, общее устройство силовых агрегатов.</b>						
1.1.	Классификация ДВС. Основные параметры ДВС.	2		2	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
1.2.	Подвижная и неподвижная часть двигателя			1	1	ПК-10, ПК-14, ПК-15
1.3.	Кривошипно-шатунный механизм (КШМ)			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
1.4.	Механизм газораспределения (ГРМ)			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
<b>Раздел 2. Системы ДВС</b>						
2.1.	Системы питания бензинового (карбюраторного) ДВС			4	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.2.	Системы впрыска легкого топлива			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.3.	Системы питания дизелей			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.4.	Системы питания двигателей газовым топливом.			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.5.	Система смазки двигателя			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.6.	Система жидкостного охлаждения			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.7.	Система воздушного охлаждения			1	1	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.8.	Система выпуска отработавших газов			1	1	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.9.	Система зажигания бензинового ДВС			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.10	Система пуска двигателя			1	1	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.11	Микропроцессорные системы управления бензиновых и дизельных двигателей			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.12	Система нейтрализации отработавших газов			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.13	Система рециркуляции отработавших газов			1	1	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.14	Система вентиляции картерных газов			1	1	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.15	Система наддува ДВС			2	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
	Итого:	2		34	34	
<b>2 семестр</b>						
<b>Раздел 1. Общее устройство силовых агрегатов.</b>						
	Подвижная и неподвижная части ДВС	2	0,5	2	4,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
<b>Раздел 2. Системы ДВС</b>						
2.1.	Системы питания бензинового (карбюраторного) ДВС		0,5	2	2,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.2.	Системы впрыска легкого топлива		0,5	2	2,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.3.	Системы питания дизелей		1	1	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.4.	Системы питания двигателей газовым топливом.		0,5	2	2,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.5.	Система смазки двигателя		0,5	1	1,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.6.	Система жидкостного охлаждения		0,25	1	1,25	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.7.	Система воздушного охлаждения		0,25	1	1,25	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.8.	Система выпуска отработавших газов		0,25	1	1,25	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.9.	Система зажигания бензинового ДВС		0,5	2	2,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.10	Система пуска двигателя		0,5	1	1,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.11	Микропроцессорные системы управления бензиновых и дизельных двигателей		1	1	2	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.12	Система нейтрализации отработавших газов		0,25	1	1,25	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.13	Система рециркуляции отработавших газов		0,25	1	1,25	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.14	Система вентиляции картерных газов		0,25	1	1,25	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2.15	Система наддува ДВС		1	2	3	ПК-10, ПК-14, ПК-15
	Итого:	2	8	22	36	
	Контрольная работа					
	Итоговая аттестация: зачет					
<b>3 семестр</b>						

Раздел 3. Рабочие процессы и характеристики ДВС						
3.1.	Циклы двигателей	2		6	8	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.2.	Топлива. Рабочие тела и их свойства			5	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.3.	Процессы газообмена			5	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.4.	Процесс сжатия			4	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.5	Смесеобразование в двигателях с искровым зажиганием			4	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.6.	Сгорание в двигателях с искровым зажиганием			5	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.7.	Процессы смесеобразования в дизелях и газодизелях			4	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.8	Воспламенение и сгорание в дизеле			5	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.9	Термодинамические соотношения в процессе сгорания			4	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.10	Процессы расширения и выпуска.			4	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.11	Индикаторные показатели цикла.	0,5		8	8,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.12	Механические потери двигателя.			5	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.13	Эффективные показатели двигателя.	0,5		4	4,5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.14	Тепловой баланс двигателя.			5	5	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.15	Построение индикаторной диаграммы			4	4	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.16	Общие методы расчета деталей двигателей			12	12	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.17	Регулировочные, скоростные и нагрузочные характеристики ДВС.	1	6	12	19	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.18	Токсичность и дымность отработавших газов двигателей. Шумоизлучение.			6	6	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3.19	Регуляторная характеристика ТНВД. Скоростная характеристика ТНВД. Характеристика по подаче ТНВД. Динамическая и статическая характеристика бензиновых форсунок. Статическая характеристика дизельных форсунок		4	10	14	ПК-10, ПК-14, ПК-15
	Итого:	4	10	110		
Контрольная работа				12	144	
Итоговая аттестация: зачет с оценкой				4		

Учебная деятельность состоит из лекций, лабораторных, практических занятий, самостоятельной работы, контрольной работы, групповых консультаций, зачета.

### 3.1.Содержание отдельных разделов и тем

#### **Раздел 1. Введение. Классификация, общее устройство силовых агрегатов.**

**Тема 1.1.** Классификация ДВС. Основные параметры ДВС. Степень сжатия. Компрессия. Верхняя и нижняя мертвая точка. Полный объем цилиндров. Рабочий объем цилиндров. Объем камеры сгорания. Ход поршня. Цикл двигателя. Такт двигателя.

**Тема 1.2 Подвижная и неподвижная часть двигателя.** Картер двигателя. Блок-картер. Блок-цилиндр. Головка блока цилиндров.

**Тема 1.3 Кривошипно-шатунный механизм (КШМ).** Общие сведения о кривошипно-шатунном механизме; центральные (аксиальные) и смещенные (дезаксиальные) механизмы. Назначение, устройство и работа КШМ. Особенности в конструкции однорядного, двухрядного (V-образного) и оппозитного КШМ. Коленчатый вал. Маховик. Шатун. Поршень. Поршневые кольца. Поршневые пальцы.

**Тема 1.4 Механизм газораспределения (ГРМ).** Назначение, устройство и работа ГРМ. Типы ГРМ (верхнее и боковое расположение клапанов; верхнее и нижнее расположение распределительного вала; золотниковое распределение). Преимущества и недостатки этих механизмов. Методика регулировки теплового зазора ГРМ. Назначение, типы приводов и устройство декомпрессионных механизмов. Распределительный вал. Впускные и выпускные клапана. Толкатели. Штанги. Коромысла.

**Тема 1.4. Рабочий цикл двигателя.** Действительные циклы 4-хтактных ДВС: цикл двигателей с искровым зажиганием, цикл дизеля, понятие о цикле газодизеля. Действительные циклы 2-хтактных ДВС. Понятие об основных показателях действительных циклов двигателей: индикаторное и эффективное средние давления, мощность, к.п.д. и удельные расходы топлива. Экологические показатели автомобильных двигателей: токсичность и дымность отработавших газов, акустические показатели двигателей. Эксплуатационные режимы работы автомобильных двигателей.

## **Раздел 2. Системы ДВС**

**Тема 2.1. Системы питания бензинового (карбюраторного) ДВС.** Топливный бак. Топливопровод. Подкачивающий насос. Фильтр топливный. Карбюратор. Системы карбюратора. Корпусные детали. Поплавковый механизм. Система холостого хода (СХХ, АСХХ). Переходная система. Главная дозирующая система (ГДС). Эконоостат. Экономайзер мощностных режимов. Экономайзер с механическим приводом и инерционный экономайзер. Экономайзер принудительного холостого хода (ЭПХХ). ЭПХХ с электромагнитным клапаном. ЭПХХ с пневмоэлектромагнитным клапаном. Ускорительный насос. Ускорительный насос плунжерного типа. Ускорительный насос диафрагменного типа. Устройство системы пуска и прогрева. Механическое пусковое устройство с ручным приводом. Пусковое устройство с полуавтоматизированным механическим приводом. Пусковое устройство с полностью автоматизированным механическим приводом. Пусковое устройство с электроприводом. Система вентиляции картера. Пневмопривод дроссельной заслонки вторичной камеры.

**Тема 2.2. Системы впрыска легкого топлива.** Системы распределённого и центрального впрыска бензина, непосредственный впрыск топлива. Системы распределённого впрыска бензина (многоточечный впрыск). Подсистема подачи и распределения топлива. Подсистема измерения количества воздуха. Подсистема улавливания паров топлива, клапаны адсорберы. Контроллер и датчики. Неисправности, диагностирование, ремонт, диагностическое оборудование и стенды. Системы центрального впрыска бензина (одноточечный впрыск).

**Тема 2.3. Системы питания дизелей.** Топливный бак. Топливопровод низкого давления. Топливопровод высокого давления. Фильтр топливный. Топливный насос в сборе. Устройство ТНВД. Устройство насосной секции. Нагнетательный клапан. Плунжерная пара. Устройство, назначение и принцип работы форсунки. Насос-форсунки. Топливопрокачивающий насос. Топливоподкачивающий насос.

**Тема 2.4. Системы питания двигателей газовым топливом.** Типы и устройство газовых баллонов. Переключатель вида топлива, вмонтированный в салон автомобиля. Устройство и принцип работы редуктор-испарителя. Устройство и назначения газового клапана (электромагнитного клапана). Назначение и принцип работы эмулятора форсунок. Заправочное устройство (выносное). Назначение, устройство и принцип работы мультиклапана. Назначение и требования к топливопроводу.

**Тема 2.5. Система смазки двигателя.** Назначение системы смазки. Виды способов смазки. Смазка деталей двигателя под давлением. Смазка деталей двигателя пульсирующей струей. Смазка деталей двигателя разбрызгиванием (масляным туманом). Устройство и принцип работы полнопоточного масляного фильтра. Назначение устройство и принцип работы масляных насосов.



Фильтр центробежной очистки масла. Датчик давления масла. Аварийный датчик давления. Устройство масляного радиатора.

**Тема 2.6. Система жидкостного охлаждения.** Назначение системы охлаждения. Устройство радиатора. Устройство и назначение центробежного насоса. Устройство и назначение термостата. Устройство и назначение теплообменника отопителя. Устройство и назначение расширительного бачка. Устройство и назначения электрического вентилятора. Типы привода вентилятора. Элементы управления. Устройство «рубашки охлаждения» двигателя. Патрубки

**Тема 2.7. Система воздушного охлаждения.** Назначение системы охлаждения.. Устройство и назначение теплообменника отопителя.. Устройство и назначения электрического вентилятора. Типы привода вентилятора. Элементы управления. Устройство «рубашки охлаждения» двигателя. Диффузор.

**Тема 2.8. Система выпуска отработавших газов.** Назначение и устройство системы выпуска отработавших газов. Устройство и назначение резонатора. Устройство и назначение глушителя. Устройство выпускного коллектора.

**Тема 2.9. Система зажигания бензинового ДВС.** Классификация систем зажигания. Назначение и общее устройство системы зажигания. Назначение системы зажигания. Требования, какие должна обеспечивать система зажигания. Перспективы усовершенствования системы зажигания. Угол опережения зажигания. Высоковольтные провода. Устройство катушки зажигания. Устройство и назначение свечи зажигания.

**Тема 2.10. Система пуска двигателя.** Назначение системы пуска ДВС. Устройство и принцип работы стартера. Устройство и принцип работы вспомогательного пускового ДВС. Воздушный пуск ДВС. Пуск гидродвигателем. Пуск пиропатроном.

**Тема 2.10. Микропроцессорные системы управления бензиновых и дизельных двигателей.** Основные принципы управления двигателем. Электронные системы впрыскивания бензина. Микропроцессорные системы управления бензиновым двигателем. Электронные системы управления дизелем. Системы управления фазами газораспределения ДВС.

**Тема 2.11. Система нейтрализации отработавших газов.** Назначение, общее устройство системы нейтрализации отработавших газов.

**Тема 2.12. Система рециркуляции отработавших газов.** Назначение, общее устройство системы рециркуляции отработавших газов

**Тема 2.13. Система вентиляции картерных газов.** Назначение, общее устройство системы вентиляции картерных газов.

**Тема 2.14. Система наддува ДВС.** Назначение, общее устройство наддува. Виды наддува. Устройство и принцип работы турбины. Устройство, назначение интеркулера.

### **Раздел 3. Рабочие процессы и характеристики ДВС**

**Тема 3.1. Циклы двигателей.** Действительные циклы 4-хтактных ДВС: цикл двигателей с искровым зажиганием, цикл дизеля, понятие о цикле газодизеля. Действительные циклы 2-хтактных ДВС. Понятие об основных показателях действительных циклов двигателей: индикаторное и эффективное средние давления, мощность, к.п.д. и удельные расходы топлива. Экологические показатели автомобильных двигателей: токсичность и дымность отработавших газов,

акустические показатели двигателей. Эксплуатационные режимы работы автомобильных двигателей.

**Тема 3.2. Топлива. Рабочие тела и их свойства.** Понятие о рабочих телах, применяемых в ДВС. Состав и основные свойства жидких и газообразных топлив, используемых в ДВС. Химические реакции окисления компонентов топлива. Количество воздуха, теоретически необходимое для полного сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха. Количество и состав горючей смеси. Теоретический состав и количество продуктов сгорания топлива при избытке и недостатке воздуха. Изменение числа молей при сгорании жидких и газообразных топлив. Теплота сгорания топлива и горючей смеси. Термодинамические свойства свежего заряда и продуктов сгорания, их зависимость от состава смеси и от температуры. Основные сведения об альтернативных топливах для автомобильных ДВС (газовые топлива, спирты, эфиры, водород и др.).

**Тема 3.3. Процессы газообмена.** Условия протекания процессов газообмена в 4-хтактных двигателях. Процессы газообмена при наддуве. Периоды и условия протекания процессов газообмена в 4-хтактных двигателях. Влияние гидравлических сопротивлений и колебательных процессов в системах выпуска и впуска на эффективность очистки и наполнения цилиндров. Подогрев заряда. Фазы газораспределения. Образование направленного вихревого движения заряда в цилиндре в процессе впуска. Параметры рабочего тела в системе впуска и в конце процесса впуска. Определение давления в цилиндре в конце процесса впуска. Коэффициент остаточных газов. Температура в конце процесса впуска. Коэффициент наполнения; вывод уравнений коэффициента остаточных газов и коэффициента наполнения. Расчет параметров газа в период газообмена с помощью ЭВМ. Конструктивные факторы, влияющие на коэффициент наполнения. Влияние скоростного и нагрузочного режимов работы двигателя на коэффициент наполнения. Газообмен при переменных фазах газораспределения. Практические значения параметров процессов газообмена. Влияние технического состояния ряда систем и механизмов двигателя, а также их эксплуатационных регулировок на процессы газообмена. Особенности процессов газообмена в 2-хтактных двигателях. Понятие о коэффициенте продувки. Основные схемы продувки 2-хтактных двигателей.

**Тема 3.4. Процесс сжатия.** Цели осуществления процесса сжатия. Теплообмен между рабочим телом и стенками цилиндра в процессе сжатия. Показатель политропы сжатия; его изменение в процессе сжатия и среднее значение; влияние основных конструктивных и режимных факторов, а также технического состояния двигателя на показатель  $n_1$ . Образование и трансформация направленного движения заряда в процессе сжатия. Особенности процесса сжатия в дизелях с разделенными камерами сгорания. Факторы, обуславливающие величину степени сжатия. Термодинамический расчет параметров рабочего тела в конце сжатия и их значения для различных типов двигателей.

**Тема 3.5. Смесеобразование в двигателях с искровым зажиганием.** Основные требования к процессам смесеобразования в двигателях с искровым зажиганием (дозирование топлива, гомогенизация смеси). Распыливание топлива при впрыскивании бензина и карбюрации. Образование топливной пленки. Сложный характер движения смеси по впускному тракту. Фракционирование топлива. Количественная и качественная неравномерность распределения смеси по

цилиндрам. Образование расслоенных зарядов в двигателях с впрыскиванием бензина в цилиндр. Особенности гомогенизации смеси при работе на газообразных топливах. Влияние режима работы двигателя и его технического состояния на гомогенизацию смеси и распределение ее по цилиндрам. Основные сведения о гомогенизации смеси в процессе запуска и прогрева двигателя.

**Тема 3.6. Сгорание в двигателях с искровым зажиганием.** Основные требования, предъявляемые к сгоранию топлива и тепловыделению в поршневых ДВС. Воспламенение гомогенной смеси от электрической искры. Нормальная скорость распространения пламени; факторы, на нее влияющие. Понятие о пределах распространения пламени. Турбулентное горение. Влияние масштаба турбулентных пульсаций на скорость распространения пламени и скорость сгорания. Ширина зоны горения во фронте турбулентного пламени. Фазы процесса сгорания и их анализ по развернутой индикаторной диаграмме. Распространение пламени в камере сгорания. Диссоциация продуктов сгорания. Влияние основных конструктивных факторов на процесс сгорания. Влияние эксплуатационных и режимных факторов на процесс сгорания в бензиновых и газовых двигателях: угол опережения зажигания, состав смеси, тепловое состояние двигателя, нагарообразование на поверхностях камеры сгорания, снижение компрессии цилиндров, параметры окружающей среды, скоростной и нагрузочный режимы. Детонационное сгорание. Внешние признаки детонации. Причины, вызывающие появление детонационного сгорания. Отрицательные последствия эксплуатации двигателя с детонацией и методы ее устранения в условиях эксплуатации автомобилей. Преждевременное воспламенение и факторы его вызывающие. Отрицательные последствия эксплуатации двигателя с преждевременным воспламенением. Сведения о последующем воспламенении смеси.

**Тема 3.7. Процессы смесеобразования в дизелях и газодизелях.** Требования к смесеобразованию в дизелях. Распад струи топлива и образование капель. Средние диаметры капель и кривые распыливания. Геометрические параметры струи распыленного топлива. Основные факторы, влияющие на мелкость распыливания и развитие топливных струй. Влияние движения воздушного заряда на распределение топлива в камере сгорания. Испарение топлива. Смещение паров топлива с воздухом. Смесеобразование в неразделенных камерах. Особенности смесеобразования в разделенных камерах сгорания. Особенности смесеобразования при использовании альтернативных топлив. Влияние режима работы дизеля и его технического состояния на процессы смесеобразования.

**Тема 3.8. Воспламенение и сгорание в дизеле.** Объемное воспламенение. Задержка воспламенения распыленных жидких топлив. Понятие о диффузионном горении. Массовая скорость сгорания.

Фазы процесса сгорания и их анализ по развернутой индикаторной диаграмме дизеля. Период задержки воспламенения и его зависимость от сорта топлива, термодинамических параметров заряда в момент начала впрыскивания, скоростного и нагрузочного режимов и др. Скорость нарастания давления в процессе сгорания в высокооборотном дизеле; мероприятия по ее снижению. Влияние конструктивных, эксплуатационных и режимных факторов на процесс сгорания и на эксплуатационную топливную экономичность дизеля.

**Тема 3.9. Процессы расширения и выпуска.** Особенности процесса расширения в действительном цикле. Теплоотдача в стенки и догорание топлива.

Показатель политропы расширения и влияние на его величину основных конструктивных, эксплуатационных и режимных факторов.

Термодинамический расчет давления и температуры рабочего тела в конце расширения; их практические величины.

**Тема 3.10. Индикаторные показатели цикла.** Аналитические выражения среднего индикаторного давления двигателей с искровым зажиганием и дизелей. Индикаторные мощность, коэффициент полезного действия и удельный расход топлива; их аналитические выражения для двигателей, работающих на жидком и газообразном топливах. Связь между основными индикаторными показателями. Системный анализ влияния различных факторов на индикаторные показатели. Значения индикаторных показателей.

**Тема 3.11. Механические потери двигателя.** Составляющие механических потерь. Потери на трение, их распределение по основным узлам двигателя. Потери на приведение в действие вспомогательных механизмов. Потери на процессы газообмена и привод компрессора. Среднее давление механических потерь. Механические потери в двигателях с наддувом. Влияние некоторых режимных факторов и технического состояния двигателя на механические потери.

**Тема 3.12. Эффективные показатели двигателя.** Аналитические выражения эффективного крутящего момента, мощности и среднего давления. Механический КПД, влияние на его величину режима работы, а также технического состояния двигателя. Аналитические выражения эффективного КПД и удельного расхода топлива. Влияние на эффективные показатели двигателя его технического состояния; эксплуатационных регулировок и режимов работы. Значения эффективных показателей. Литровая мощность двигателя. Анализ методов форсирования двигателей. Литровая и удельная массы двигателя, их зависимость от степени форсирования, типа и конструктивных особенностей двигателя. Значения оценочных показателей для современных автомобильных двигателей.

**Тема 3.13. Тепловой баланс двигателя.** Составляющие внешнего теплового баланса. Количество и доля теплоты, воспринимаемой системой охлаждения; возможность улучшения показателей двигателя за счет ее уменьшения. Теплота, уносимая отработавшими газами; возможности ее утилизации.

**Тема 3.15. Наддув ДВС.** Системы наддува. Их классификация и сравнительный анализ. Характеристики агрегатов наддува. Промежуточное охлаждение воздуха и его значение. Баланс мощности турбины и компрессора при газотурбинном наддуве. Методы регулирования систем наддува.

**Тема 3.16. Автоматическое регулирование частоты вращения и электронная система управления двигателем.** Устойчивость режима работы двигателя. Необходимость установки регулятора на дизель. Одно-, двух- и всережимные регуляторы; их соответствие условиям эксплуатации различных автомобилей. Коэффициенты неравномерности и нечувствительности. Анализ статики регулирования. Изменение коэффициента неравномерности и нечувствительности в зависимости от частоты вращения.

Перспективы расширения применения микропроцессорного управления на автомобильных двигателях.

Улучшение эксплуатационных свойств двигателя и автомобиля при комплексном микропроцессорном управлении силовым агрегатом.

Программные и локально-замкнутые системы управления (СУ). Комплексные

системы управления автомобильными двигателями, влияние состояния двигателя и эксплуатационных условий на работу системы управления.

**Тема 3.17. Токсичность и дымность отработавших газов двигателей. Шумоизлучение.** Образование токсичных веществ в двигателях. Нормирование токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием. Влияние эксплуатационных факторов на характеристики токсичности отработавших газов бензиновых и газовых двигателей. Системы снижения токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием (нейтрализаторы, рециркуляция и т.п.). Нормирование токсичности и дымности отработавших газов дизелей. Влияние эксплуатационных факторов на характеристики токсичности и дымности дизелей. Системы снижения токсичности и дымности отработавших газов дизелей (нейтрализаторы, рециркуляция, улавливание твердых частиц и т.д.). Акустические характеристики ДВС. Нормирование шума автомобильных двигателей. Уравнение акустического баланса. Шумоизлучение, связанное с осуществлением рабочего цикла. Методы снижения шумоизлучения при реализации рабочего цикла. Снижение шума ДВС. Осуществление вибро-шумоизоляции, вибро-шумопоглощения.

**Тема 3.18 Регулировочные, скоростные и нагрузочные характеристики ДВС.**

Баланс мощности, развиваемой двигателем и воспринимаемой нагрузкой. Преимущественные эксплуатационные режимы. ГОСТы на методы стендовых испытаний автомобильных двигателей.

Внешняя и частичные скоростные характеристики двигателей с искровым зажиганием.

Скоростные и регуляторные характеристики дизеля. Понятие о коэффициенте приспособляемости и запасе крутящего момента. Влияние регулировок и технического состояния двигателя на его скоростную характеристику. Нагрузочные характеристики двигателя с искровым зажиганием и дизеля. Регулировочные характеристики по углу опережения зажигания и по составу смеси. Регулировочная характеристика дизеля по углу опережения впрыскивания. Характеристика холостого хода. Краткие сведения о многопараметровых характеристиках.

Понятие о неуставившихся режимах. Характеристики отдельных разновидностей неуставившихся режимов и их классификация. Факторы, определяющие неуставившиеся режимы. Критерии оценки режимов.

Сравнительная оценка параметров рабочих процессов на установившихся и на неуставившихся режимах.

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

##### 4.1. Список основной литературы

1. Тракторы и автомобили: Учебник / Богатырев А.В., Лехтер В.Р. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 425 с

##### 4.2. Список дополнительной литературы

1. Кобозев, А.К. Силовые агрегаты [Электронный ресурс] : курс лекций / А.К. Кобозев, И.И. Швецов. - Ставрополь: СтГАУ, 2014. - 189 с.
2. Устройство автомобилей: Учебное пособие / В.А. Стуканов, К.Н. Леонтьев. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 496 с

##### 4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 3. Перечень информационных ресурсов

№ п/п	Наименование	Адрес
1.	<i>Официальный сайт Минсельхоза России</i>	<i><a href="http://www.mcx.ru/">http://www.mcx.ru/</a></i>
2.	<i>Официальный сайт Инженерного института Новосибирского ГАУ</i>	<i><a href="http://www.mechfac.ru">http://www.mechfac.ru</a></i>
3.	<i>Сервер для студентов Инженерного института Новосибирского ГАУ</i>	<i><a href="http://server/student/Ush_Metod/">server/student/Ush_Metod/</a></i>
4.	<i>Устройство двигателей и его компонентов.</i>	<i><a href="http://amastercar.ru/articles/engine_ustroistvo.shtml">http://amastercar.ru/articles/engine_ustroistvo.shtml</a></i>
5.	<i>Общее устройство и принцип работы автомобильного двигателя.</i>	<i><a href="http://tezcar.ru/u-dvig-ustr.html">http://tezcar.ru/u-dvig-ustr.html</a>.</i>
6.	<i>Системы современного двигателя.</i>	<i><a href="http://systemsauto.ru/engine/internal_combustion_engine.html">http://systemsauto.ru/engine/internal_combustion_engine.html</a></i>
7.	<i>Автомобильные двигатели</i>	<i><a href="http://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_23602.pdf">http://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_23602.pdf</a></i>

#### 4.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) и самостоятельной работы

1. Силовые агрегаты: словарь терминов/ Новосиб. Гос. Аграр. Ун-т. Инжен. Ин-т; Составители М.Л. Вертей - Новосибирск, 2017.- 8с.
2. Теория, основы расчета и испытания силовых агрегатов. Журнал лабораторно-практических работ для студентов по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов/ Новосиб. Гос. Аграр. Ун-т. Инжен. Ин-т; Составители: М.Л. Вертей, Е.А.Булаев, - Новосибирск, 2017.- 40
3. Силовые агрегаты: метод. указ. для контр. работ./ Новосиб. Гос. Аграр. Ун-т. Инжен. Ин-т; Составители: М.Л. Вертей, Е.А.Булаев, П.И. Федюнин - Новосибирск, 2017.- 24
4. Силовые агрегаты: метод. указ. для самост. и контр. работ./ Новосиб. Гос. Аграр. Ун-т. Инжен. Ин-т; Составители: М.Л. Вертей, Е.А.Булаев, П.И. Федюнин - Новосибирск, 2017.- 24
5. Пример "Тепловой расчет бензинового двигателя": справ.-Метод. указ./ Новосиб. Гос. Аграр. Ун-т. Инжен. Ин-т; Составители: М.Л. Вертей, Е.А.Булаев - Новосибирск, 2017.- 24с.
6. Пример "Тепловой расчет дизельного двигателя": справ.-Метод. пособие/ Новосиб. Гос. Аграр. Ун-т. Инжен. Ин-т; Составители: М.Л. Вертей, Е.А.Булаев - Новосибирск, 2017.- 24с.

#### 4.5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, наглядных пособий

Таблица 4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование	Кол-во ключей	Тип лицензии или правообладатель
1.	<i>MS Windows 2007</i>	14	<i>Microsoft</i>
2.	<i>MS Office 2007 prof (Word, Excel, Access, PowerPoint)</i>	14	<i>Microsoft</i>
3.	<i>Броузер Mozilla FireFox</i>	14	<i>Mozilla Public License</i>
4.	<i>Почтовый клиент Thunderbird</i>	14	<i>Mozilla Public License</i>
5.	<i>Файловый менеджер FreeCommande</i>	14	<i>Бесплатная</i>

Таблица 5. Перечень плакатов (по темам), карт, стендов, макетов, презентаций, фильмов и т.д.

№ п/п	Тип	Наименование	Примечание
1.	Видеофильм	<i>Система питания бензинового двигателя.</i>	<i>19 мин.</i>
2.		<i>Общее устройство ДВС</i>	<i>25 мин.</i>
3.		<i>Система питания дизельного двигателя.</i>	<i>30 мин.</i>
4.		<i>Система зажигания двигателя.</i>	<i>7 мин.</i>
5.	Наглядных пособий и оборудования	<i>КАМАЗ-740 в разрезе.</i>	<i>силовая установка</i>
6.		<i>ЗИЛ-130 в разрезе.</i>	<i>силовая установка</i>
7.		<i>ЗМЗ-53 в разрезе.</i>	<i>силовая установка</i>

8.		ЗМЗ-4062.10 в разрезе.	силовая установка
----	--	------------------------	-------------------

## 5. Описание материально-технической базы

Таблица 6. Перечень используемых помещений:

№ аудитории	Тип аудитории	Перечень оборудования
<i>Н-151 «Лаборатория силовых установок»</i>	<i>Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</i>	<i>Оборудована: силовая установка КАМАЗ-740, силовая установка ЗИЛ-130, силовая установка ЗМЗ-53, ДВС, демонстрационная доска элементов систем ДВС, задний мост ЗИЛ – 130, камернаяшина груз. авт; макеты АКПП, макеты МКПП; РК; макеты двигателей: ЗМЗ -406, ЗМЗ-421, Toyota, Audi, Nissan, Subaru; слесарные верстаки с комплектом оборудованием для проведение ЛПЗ.</i>
<i>Н-151А «Учебная аудитория»</i>	<i>Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i>	<i>Оборудована: телевизор, ноутбук переносной, комплект плакатов, мини трактор Беларусь -132Н, щётка коммунальная, дизель Д-240; комплект основных элементов конструкции тракторов МТЗ, учебно-демонстрационное оборудование «Специализированный класс МТЗ».</i>
<i>Н-152 «Лаборатория испытания ДВС»</i>	<i>Аудитория для занятий и индивидуальных консультаций</i>	<i>Оборудована: панель управления двигателем ЗМЗ-406, двигатель ЗМЗ-406, стенд КИ-5542, двигатель асинхронный, реостат для стенда КИ-5542, вытяжка двигателя ЗМЗ-406, весы для измерения расхода топлива, стенд КИ-5542, двигатель Д-240; макеты двигателей.</i>

## 6. Используемые интерактивные формы и методы обучения по дисциплине

Таблица 7. Активные и интерактивные формы и методы обучения

№ п/п	Тема	Кол-во часов	Вид учебных занятий	Используемые интерактивные образовательные технологии	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
<b>2 семестр</b>					
1	Подвижная и неподвижная часть двигателя	2	Практическое	Работа в малых группах	ПК-10, ПК-14, ПК-15
2	Кривошипно-шатунный механизм (КШМ)	1	Лекция	Проблемная лекция	ПК-10, ПК-14, ПК-15
3	Механизм газораспределения (ГРМ)	1	Лекция	Проблемная лекция	ПК-10, ПК-14, ПК-15
4	Системы питания бензинового (карбюраторного) ДВС	2	Практическое	Просмотр и обсуждение видеофильмов	ПК-10, ПК-14, ПК-15
5	Системы впрыска легкого топлива	2	Лекция	Вводная лекция	ПК-10, ПК-14, ПК-15
6	Системы питания дизелей	2	Лекция	Проблемная лекция	ПК-10, ПК-14, ПК-15
7	Системы питания двигателей газовым топливом.	4	Практическое	Работа в малых группах	ПК-10, ПК-14, ПК-15
		14			
<b>3 семестр</b>					
	Циклы двигателей	6	Лекция	Проблемная	ПК-10, ПК-14,



				лекция	ПК-15
	Процессы смесеобразования в дизелях и газодизелях	4	Практическое	Просмотр и обсуждение видеофильмов	ПК-10, ПК-14, ПК-15
	Воспламенение и сгорание в дизеле	4	Практическое	Просмотр и обсуждение видеофильмов	ПК-10, ПК-14, ПК-15
	Итого:	14			

## 7. Порядок аттестации студентов по дисциплине

### *Очная форма*

*Исходные данные по дисциплине: лекций – 46 часа, лабораторные занятий – 72 часов, самостоятельная работа – 98 часа, всего 216 часов.*

### *Заочная форма*

*Исходные данные по дисциплине: лекций – 8 часа, лабораторные занятий – 18 часов, самостоятельная работа – 182 часа, всего 216 часов.*

Оценка знаний студентов проходит путем опроса их на семинарских занятиях, проверки контрольной работы и сдачи зачета (зачета с оценкой).

- 1. «Зачтено»** ставится обучающимся, успешно обучающимся по данной дисциплине в семестре и не имеющим задолженностей по результатам текущих аттестаций.

«**Не зачтено**» ставится обучающемуся, имеющему задолженности по результатам текущих аттестаций по данной.

- 2. «Отлично»** ставится в том случае, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены

«**Хорошо**» ставиться в том случае, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.

«**Удовлетворительно**» ставится в том случае, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

«**Неудовлетворительно**» ставится в том случае, если теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

## 8. Согласование рабочей программы

Соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от « 24 » апреля 2017 г. №5

Рабочая программа обсуждена и утверждена  
на заседании кафедры  
протокол от « 02 » мая 2017 г. № 12

Заведующий кафедрой

(должность)

ПОДПИСЬ

*Федюнин П.И.*

ФИО

Зам. председатель учебно-  
методического совета

(должность)

ПОДПИСЬ

*Вульферт В.Я*

ФИО