Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики

Межгосударственная образовательная организация высшего образования Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта

Фонд

оценочных средств

по дисциплине **«Силовые агрегаты»**

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки 23.03.03 - РФ, 670200 - КР ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

Квалификация

бакалавр

2026

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов подготовки бакалавриата КРСУ в соответствии с ФГОС 3++ по дисциплине *Силовые агрегаты*

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании

Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта

протокол № 1 от "02"сентября 2026 г.

Руководитель подразделения _____ Алсеитов Мирлан Тилегенович
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Д.т.н., доцент _____ Глазунов Дмитрий Владимирович
должность *подпись* *расшифровка подписи*

К.т.н., доцент _____ Глазунов Владимир Иванович
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по образовательной деятельности Политехнического института
_____ Комарцов Никита Михайлович
личная подпись *расшифровка подписи*

Раздел 1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины/практики

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
ПК-3: Способен проводить и контролировать технологический процесс по диагностике, ТО и ремонту АТС и их компонентов	**<u>Знать:</u>** – технологический процесс по диагностике, ТО и ремонту АТС и их компонентов, систему технического обслуживания и ремонта, комплексные показатели эффективности технической эксплуатации ТиТТМО, технологию технического обслуживания и текущего ремонта ТиТТМО, научные основы и особенности проектирования и реализации технологических процессов технического обслуживания и ремонта ТиТТМО на предприятиях, особенности технологии и организации технической эксплуатации ТиТТМО, использующих альтернативные виды топлив, особенности технической эксплуатации индивидуальных, специализированных и других видов ТиТТМО	**Блок А** – фронтальный опрос.
	<u>Уметь:</u> – применять основы технологии производства ТиТТМО отрасли и их составных частей, понятия о ремонте, его месте в системе обеспечения работоспособности ТиТТМО отрасли, эффективности его выполнения, о содержании и отличительных особенностях производственного и техно-логических процессов производства и ремонта ТиТТМО отрасли; о составе операций технологических процессов, оборудование и оснастку, применяемых при производстве и ремонте ТиТТМО отрасли и их составных частей для качественного ремонта ТиТТМО	**Блок В** – проведение и защита лабораторных работ.

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
	<u>Владеть:</u> – знаниями по диагностики транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, применяемая аппаратуры и работы стендов, основы технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики, методы восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования с использованием результатов научных исследований	**Блок С** – письменный контрольный опрос.

Раздел 2. Технологическая карта дисциплины

" Силовые агрегаты"
Курс 4, семестр 7, Количество ЗЕ - 5, Отчетность – экзамен

Название модулей дисциплины согласно РПД	**Контроль**	**Форма контроля**	**Зачетный минимум**	**Зачетный максимум**	**График контроля**
Модуль 1					
1. Термодинамика - глобальная наука. Термодинамические процессы и циклы	Текущий контроль	Фронтальный опрос, защита лабораторных работ	4	7	4 неделя
	Рубежный контроль	Письменный опрос по заданной тематике	4	7	
Модуль 2					
2. Рабочие процессы действительных циклопов	Текущий контроль	Фронтальный опрос, защита лабораторных работ	4	7	8 неделя
	Рубежный контроль	Письменный опрос по заданной тематике	4	7	
Модуль 3					
3. Смесеобразование в бензиновых двигателях и дизелях	Текущий контроль	Фронтальный опрос, защита лабораторных работ	4	7	12 неделя
	Рубежный контроль	Письменный опрос по заданной тематике	4	7	
Модуль 4					
4. Эффективные и экологические показатели ДВС	Текущий контроль	Фронтальный опрос, защита лабораторных работ	4	7	16 неделя
	Рубежный контроль	Письменный опрос по заданной тематике	4	7	
Модуль 5					
5. Кинематика и динамика ДВС	Текущий контроль	Фронтальный опрос, защита лабораторных работ	10	20	18 неделя
	Рубежный контроль	Письменный опрос по заданной	10	15	

		тематике			
ВСЕГО за семестр			40	70	
Промежуточный контроль (экзамен)		Экзамен	20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	

Раздел 3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине / практике (оценочные средства). Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Блок А

А.1 Вопросы для фронтального опроса:

Раздел 1. Термодинамические циклы поршневых двигателей.

Вопросы:
1. Общие понятия энергетики и энергии.
2. Виды и формы энергии.
3. Источники и ресурсы энергии.
4. Преобразование и аккумулирование энергии.
5. Преобразование и преобразователи.
6. Аккумулирование энергии и аккумуляторы.
7. Энергетика и транспорт.
8. Энергетическая инфраструктура транспорта.
9. Энергозатраты компонентов транспорта.
10. Факторы формирования энергозатрат на перевозки.

Раздел 2. Рабочие процессы действительных циклопов.

Вопросы:
1. Статистика энергетики автомобильного транспорта.
2. Логистический и геоинформационный подходы.
к транспортной энергетике
3. Энергия как мера работоспособности физических тел.
4. Топливо — источник тепловой энергии.
5. Виды, физико-химические и эксплуатационные свойства топлива.
6. Основные термодинамические характеристики и уравнения состояния парогазовых систем.
7. Теплота и работа.
8. Первое начало термодинамики.
9. Второе начало термодинамики.
10. Цикл Карно.
12. Классификация основных рабочих процессов.
13. Идеальный, теоретический и рабочий (действительный) термодинамические циклы поршневых двигателей.

Раздел 3. Смесеобразование в бензиновых двигателях и дизелях

Вопросы:
1. Идеальный, теоретический и рабочий (действительный) термодинамические циклы поршневых двигателей.
2. Газотурбинный двигатель.
3. Паросиловые установки.
4. Двигатель внешнего сгорания с возвратно-поступательно движущимися поршнями (двигатель Стерлинга).

5. Роторный двигатель Ванкеля
6. Организация рабочих процессов транспортных двигателей внутреннего сгорания.
7. Двигатель с искровым зажиганием (двигатель Отто).
8. Дизель.
9. Гибридные двигатели.

Раздел 4. Эффективные и экологические показатели ДВС

Вопросы:
1. Классификация и обозначение поршневых двигателей.
2. Термодинамические параметры и уравнение состояния идеального газа.
3. Процессы выпуска и наполнения в поршневых двигателях. Коэффициенты наполнения и остаточных газов, их значения.
4. Влияние на процесс газообмена конструктивных и эксплуатационных факторов.
5. Сгорание в дизельных двигателях. Виды и сущность нарушений процесса сгорания в бензиновых двигателях.
6. Принципиальная схема, значения рабочих параметров, достоинства и недостатки системы питания карбюраторного двигателя.
7. Принципиальная схема, значения рабочих параметров, достоинства и недостатки системы питания бензинового двигателя с системой впрыскивания.
8. Эффективные показатели двигателя, их значения для бензиновых и дизельных двигателей.
9. Экспериментальные методы определения механических потерь, индикаторных и эффективных показателей.

Раздел 5. Кинематика и динамика ДВС

Вопросы:

1. Преимущества и недостатки поршневых двигателей внутреннего сгорания.
2. Термодинамические параметры и уравнение состояния идеального газа.
3. Принципиальная схема, значения рабочих параметров, достоинства и недостатки системы питания карбюраторного двигателя.
4. Принципиальная схема, значения рабочих параметров, достоинства и недостатки системы питания бензинового двигателя с системой впрыскивания.
5. Эффективные показатели двигателя, их значения для бензиновых и дизельных двигателей.
6. Экспериментальные методы определения механических потерь, индикаторных и эффективных показателей.
7. Внешняя скоростная характеристика бензинового двигателя. Коэффициент приспособляемости и его значения.
8. Внешняя скоростная характеристика дизельного двигателя. Коэффициент приспособляемости и его значения.
9. Токсичные компоненты отработавших газов, причины их образования.
10. Предельно допустимые нормы содержания токсичных компонентов в отработавших газах и способы их обеспечения

Блок В

В.1 Лабораторные работы по дисциплине Транспортная энергетика:

Основные параметры теплового расчета проектируемого двигателя необходимо сопоставлять с аналогичными параметрами существующих перспективных двигателей соответствующего назначения и типа.
Методика теплового расчета приведена во многих учебниках и учебных пособиях по автотракторным двигателям.
Ниже приводится рекомендуемая последовательность выполнения теплового расчета поршневого двигателя в соответствии с рекомендациями[1,3,5,6] на основании общепринятой методики теплового расчета профессора МВТУ (МГТУ) В.И. Гриневицкого (Россия).

1. Определение параметров рабочего тела

Если в задании указаны условия эксплуатации и высота местно¬сти над уровнем моря, где будет эксплуатироваться проектируемый двигатель, то необходимо пользоваться показателями Международной стандартной атмосферы, которые приведены в табл. 1.1
Таблица 1.1

Высота над уровнем моря, м Атмосферное давление, Ро Температура воздуха,
Т0, К Плотность воздуха,
ρ0, кг/м3
мм.рт.ст. МПа
0
500 760
715 0,1013 0,0972 293 1,225
1,116
1000 614 0,0917 284 1,112
2000 596 0,0811 275 1,006
3000 525 0,0715 268 0,009
4000 462 0,0628 262 0,819

В соответствие с заданным прототипом двигателя и исходными данными (вариантом) выбирается необходимый сорт топлива. Для дизе¬лей следует принять дизельное топливо, для бензиновых двигателей - бензин. Затем принимаются параметры соответствующего топлива:

1.1. Параметры соответствующего топлива:

Бензин Дизельное топливо
Средняя молекулярная масса топлива, μТ кг/моль 115 190
Низшая теплота сгорания 1 кг топлива, МДж/кг 44 42,5
Элементарный состав топлива по массе:
углерода, С 0,855 0,870
водорода, Н 0,145 0,126
кислорода, О 0 0,004

1.2. Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива согласно (1.6):

в кг: l_0=1/0,23 (8/3 C+8H-O_T), кг;

в кмолях: L_0=1/0,209 (C/12+H/4-O_T/32), кмоль. (1.1)

При расчете значений 10 и L0 принято, что кислорода в воздухе по объему содержится 20,9 %, а по массе - 23 %.

1.3. Количество горючей смеси для бензиновых двигателей:

$M_l=\alpha \cdot L_0+1/\mu_T$,кмоль/кг топлива. (1.2)

1.4. Количество воздуха для дизелей:

$M_l= \alpha \cdot L_0$, кмоль/кг топлива, (1.3)

где α - коэффициент избытка воздуха,
μ_T – молекулярная масса топлива, кг/моль.

1.5.Количество отдельных компонентов продуктов сгорания для заданного α<1 (бензиновые двигатели) при К = 0,5, где К- по¬стоянный коэффициент для бензинов, зависящий от отношения H2/CO в продуктах сгорания (согласно [1,3], оценивается из выражений(1.4), (1.5), (1.6), (1.7), (1.8)):
количество CO: $M_{co}= 0,42 (1-\alpha)/(1+K) L_0$, кмоль; (1.4)

количество CO2: $M_{(〖co〗_2)}=C/12-0,42 (1-\alpha)/(1+K) L_0$, кмоль; (1.5)

количество H2: $M_{(H_2)}= 0,42K (1-\alpha)/(1+K) L_0$, кмоль; (1.6)

количество H2O: $M_{(H_2O)}=H/2-0,42 (1-\alpha)/(1+K) L_0$, кмоль; (1.7)

количество N2 $M_{(N_2)}=0,79\alpha L_O$, кмоль. (1.8)

Количество отдельных компонентов продуктов сгорания для ди¬зелей, при α >1, когда весь углерод топлива теоретически сгорает в CO2 а водород - в H2O, определяется из выражений (1.9), (1.10), (1.11), (1.12):

$M_{(〖CO〗_2)}=C/12$, кмоль; (1.9)

$M_{(O_2)}= 0,21(1-\alpha) L_O$, кмоль; (1.10)

$M_{(H_2O)}=H/2$, кмоль; (1.11)

$M_{(N_2)}=0,79\alpha L_O$, кмоль. (1.12)

1.6. Общее количество продуктов сгорания,M_2 при α<1:

$M_2=M_{(〖CO〗_)}+M_{(〖CO〗_2)}+M_{(H_2)}+M_{(H_2O)}+M_{(N_2)}$, кмоль; (1.13)

а) при$\alpha \geq 1$:

$M_2=M_{(〖CO〗_2)}+M_{(O_2)}+M_{(H_2)}+M_{(H_2O)}+M_{(N_2)}$, кмоль; (1.14)

1.7. Значение M2 при α < 1 проверяется по формуле:

$M_2=C/12+H/2+0,79\alpha \cdot L_O$, кмоль; (1.15)

б) при$\alpha \geq 1$:

$M_2=C/12+H/2+(\alpha-0,21)L_O$, кмоль; (1.16)

их в цилиндрах ДВС, в их механизмах и системах.

Блок С

С.1 Вопросы для письменного опроса по дисциплине Силовые агрегаты:

1. Общие понятия энергетики и энергии.
2. Виды и формы энергии.
3. Источники и ресурсы энергии.
4. Преобразование и аккумулирование энергии.
5. Преобразование и преобразователи.
6. Аккумулирование энергии и аккумуляторы.
7. Энергетика и транспорт.
8. Энергетическая инфраструктура транспорта.
9. Энергозатраты компонентов транспорта.
10. Факторы формирования энергозатрат на перевозки.
11. Статистика энергетики автомобильного транспорта.
12. Логистический и геоинформационный подходы.
13. к транспортной энергетике
14. Энергия как мера работоспособности физических тел.
15. Топливо — источник тепловой энергии.
16. Виды, физико-химические и эксплуатационные свойства топлива.
17. Основные термодинамические характеристики и уравнения состояния парогазовых систем.
18. Теплота и работа.
19. Первое начало термодинамики.
20. Второе начало термодинамики.
21. Цикл Карно.
22. Теоретические основы рабочих процессов тепловых двигателей.
23. Классификация основных рабочих процессов.
24. Идеальный, теоретический и рабочий (действительный) термодинамические циклы поршневых двигателей.
25. Газотурбинный двигатель.
26. Паросиловые установки.
27. Двигатель внешнего сгорания с возвратно-поступательно движущимися поршнями (двигатель Стерлинга).
28. Роторный двигатель Ванкеля
29. Организация рабочих процессов транспортных двигателей внутреннего сгорания.
30. Двигатель с искровым зажиганием (двигатель Отто).

Блок D (промежуточный контроль)

Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации (экзамен):

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:

1. Принцип работы дизеля.
2. Принцип работы гибридных двигателей.

3. Основные системы обеспечения работы транспортных двигателей внутреннего сгорания.
4. Система питания ДВС.
5. Цилиндропоршневая группа, кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы.
6. Система наддува ДВС.
7. Система охлаждения и смазочная система.
8. Система выпуска отработавших газов.
9. Продвижение и реализация потока энергии в автотранспортных средствах.
10. Качественная картина диссипации энергии движущимся автотранспортным средством.
11. Энергетика колебательных процессов.
12. Основные понятия колебательных процессов.
13. Свободные колебания диссипативной системы с одной степенью свободы.
14. Диссипативные характеристики механических систем.
15. Колебания и вязкоупругое поведение материалов.
16. Производство механической энергии двигателями транспортных средств в эксплуатационных условиях.
17. Стендовые однопараметрические характеристики двигателей внутреннего сгорания.
18. Рабочее поле и многопараметровые характеристики двигателей внутреннего сгорания.
19. Образование механических потерь в двигателе.
20. Влияние комплектации, атмосферных условий и технического состояния двигателя на его эксплуатационные показатели.

Задачи для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ:

1. Рассчитать неустановившиеся режимы работы двигателя.
2. Рассчитать совместное влияние нелинейности характеристик и гистерезиса на показатели движения автотранспортных средств.
3. Рассчитать передачу энергии трансмиссией.
4. Обосновать энергетику колесного движителя.
5. Рассчитать преодоление аэродинамического сопротивления.
6. Рассчитать оптимальное управление автотранспортными средствами.
7. Обосновать энергообеспечение вспомогательных и специальных функций автотранспортных средств, сохранности грузов и жизнедеятельности.
8. Изобразить принципиальную схему, значения рабочих параметров, достоинства и недостатки системы питания карбюраторного двигателя.
9. Построить индикаторную диаграмму двигателя.
10. Рассчитать эффективные показатели двигателя, их значения для бензиновых и дизельных двигателей.
11. Обосновать экспериментальные методы определения механических потерь, индикаторных и эффективных показателей.
12. Рассчитать внешнюю скоростную характеристику бензинового двигателя и коэффициент приспособляемости и его значения.
13. Рассчитать внешнюю скоростную характеристику дизельного двигателя и коэффициент приспособляемости и его значения.
14. Рассчитать токсичные компоненты отработавших газов, причины их образования.
15. Рассчитать предельно допустимые нормы содержания токсичных компонентов в отработавших газах и способы их обеспечения .
16. Обосновать системы, обеспечивающие топливную экономичность, снижение дымности и токсичности транспортных двигателей внутреннего сгорания.
17. Обеспечение экологической безопасности моторного топлива, контроль его качества при испытаниях и реализации

Раздел 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

1. **Фронтальный опрос**.

В рамках дисциплины «Силовые агрегаты» опрос проводится фронтальным методом в устной форме беседы с группой, сочетая его с повторением пройденной темы, как средство для закрепления знаний. Вопросы ставятся таким образом, чтобы ответ имел краткую форму, чтобы последующий вопрос был продолжением предыдущего для того, чтобы раскрыть все вопросы изученной темы. В результате в активную умственную работу вовлекаются почти все студенты группы, оценка ставится всем участвующим в обсуждении в зависимости от активности каждого и правильности и глубины ответов.

В рамках опроса охватываются темы: «Термодинамический метод исследования при изучении различных физических и химических явлений». «Процессы переноса и излучения теплоты, формирование кристаллов и кристаллических структур» «Химические и фазовые превращения», «Процессы в магнитогидродинамических и плазменных генераторах, в тепловых двигателях, топливных элементах, в установках холодильной и криогенной техники и других устройствах».

Шкала оценивания устного опроса:

Этап (уровень) освоения компетенции*	**Планируемые результаты обучения**** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	**Критерии оценивания результатов обучения**				
		1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
ПК-3: Способен проводить и контролировать технологический процесс по диагностике, ТО и ремонту АТС и их компонентов	**<u>Владеть ПК-3:</u>** знаниями по диагностики транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, применяемая аппаратуры и работы стендов, основы технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики, методы восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования с использованием результатов научных исследований	Не владеет	Не способен выделить основную идею данной компетенции	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой по дисциплине	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой по дисциплине	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	<u>Уметь ПК-3:</u> применять основы технологии производства	Не умеет	Может пересказать смысл	Способен показать основную	Способен представить методы	Может соотнести идеи методов

	ТиТТМО отрасли и их составных частей, понятия о ремонте, его месте в системе обеспечения работоспособности ТиТТМО отрасли, эффективности его выполнения, о содержании и отличительных особенностях производственного и техно-логических процессов производства и ремонта ТиТТМО отрасли; о составе операций технологических процессов, оборудование и оснастку, применяемых при производстве и ремонте ТиТТМО отрасли и их составных частей для качественного ремонта ТиТТМО		данной компетенции	идею расчёта ДВС	определения и расчета энергетических установок	определения и расчета энергетических установок
	<u>Знать ПК-3:</u> технологический процесс по диагностике, ТО и ремонту АТС и их компонентов, систему технического обслуживания и ремонта, комплексные показатели эффективности технической эксплуатации ТиТТМО, технологию технического обслуживания и текущего ремонта ТиТТМО, научные основы и особенности проектирования и реализации технологических процессов технического обслуживания и ремонта ТиТТМО на предприятиях, особенности технологии и организации технической эксплуатации ТиТТМО, использующих альтернативные виды топлив, особенности технической эксплуатации индивидуальных,	Не знает	Не имеет четкого представления о методах определения и расчета энергетических установок	Знает основные системы поиска, отбора и систематизации информации, однако не может определить альтернативные варианты стратегических решений в проблемной ситуации	Понимает методику связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил определения и расчета энергетических установок	Способен выделить характерный авторский подход к поставленной задаче определения и расчета энергетических установок

	специализированных и других видов ТиТТМО					

Шкала оценивания заданий на практические занятия - текущий контроль.

Диапазон баллов от 0 до 7.

При оценке заданий на практические занятия используются следующие критерии:

- Умение формировать и применять полученные знания на практике.
- Умение выработать при решении практических заданий таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Отметкой (6-7 баллов) оценивается результат, который показывает прочные умения применять методы определения и расчета энергетических установок на основе теоретических и экспериментальных исследований физических процессов и явлений, владеть способами определения и расчета энергетических установок на основе теоретических и экспериментальных исследований физических процессов и явлений.

Отметкой (4-5 баллов) оценивается результат, который показывает хорошие умения применять методов определения и расчета энергетических установок на основе теоретических и экспериментальных исследований физических процессов и явлений, владеть способами определения и расчета энергетических установок на основе теоретических и экспериментальных исследований физических процессов и явлений.

Отметкой (2-3 баллов) оценивается результат, который показывает не достаточно хорошие умения применять методы определения и расчета энергетических установок на основе теоретических и экспериментальных исследований физических процессов и явлений, владеть способами определения и расчета энергетических установок на основе теоретических и экспериментальных исследований физических процессов и явлений.

Отметкой (0-1 балл) оценивается результат, который показывает очень слабые умения применять методы определения и расчета энергетических установок на основе теоретических и экспериментальных исследований физических процессов и явлений, и не владеет способами определения и расчета энергетических установок на основе теоретических и экспериментальных исследований физических процессов и явлений.

Шкала оцениваниязащиты лабораторной работы - рубежный контроль.

Диапазон от 0 до 7 баллов.

Содержание	Баллы
Лабораторная работа законспектирована и оформлена. При защите работы студент демонстрирует полное понимание проблемы и для выражения своих мыслей использует термины и определения.	7
Лабораторная работа законспектирована и оформлена. При защите работы студент демонстрирует понимание проблемы и для выражения своих мыслей использует термины и определения.	5-6
Лабораторная работа законспектирована и оформлена. При защите работы демонстрирует не полное понимание проблемы и объяснение в целом не соответствует уровню знаний студента.	3-4
Лабораторная работа законспектирована и оформлена. При защите работы студент демонстрирует полное непонимание проблемы.	1-2
Работа отсутствует или написана не по теме.	0

Шкала оценивания промежуточного контроля (экзамен)

При оценке устных ответов на проверку уровня обученности ЗНАТЬ учитываются

следующие критерии:

1. Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.

2. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.

3. Умение объяснить сущность явлений, событий, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.

4. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа, умение отвечать на поставленные вопросы, выражать свое мнение по обсуждаемой проблеме.

Отметкой (6-7 баллов) оценивается ответ, который показывает прочные знания принципов определения и расчета энергетических установок, методику составления моделей.

Отметкой (4-5 баллов) оценивается ответ, который показывает хорошие знания принципов методов определения и расчета энергетических установок, методику составления моделей.

Отметкой (2-3 баллов) оценивается ответ, который показывает недостаточно хорошие знания принципов методов определения и расчета энергетических установок, методику составления моделей.

Отметкой (0-1 баллов) оценивается ответ, который показывает очень слабые знания принципов методов определения и расчета энергетических установок, методику составления моделей.

При оценке ответов на проверку уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ учитываются следующие критерии:

Отметкой (6-7 баллов) оценивается ответ, при котором студент ставит постановку проблемы собственными словами; оценивает альтернативные решения проблемы; профессионально спроектирует принципиальную схему управления, применяет методику для составления математических моделей элементов и всей системы, производит все необходимые расчеты по определению основных параметров объекта, профессионально владеет универсальной методикой составления математических моделей элементов и систем и способами их решения и анализа. Демонстрирует полное понимание проблемы. Все задания выполнены.

Отметкой (4-5 баллов) оценивается ответ, при котором студент ставит постановку проблемы собственными словами, умеет проектировать принципиальную схему управления, применять методику для составления моделей элементов и всей системы, производит все необходимые расчеты по определению основных параметров объекта, владеет универсальной методикой составления моделей элементов и систем и способами их решения и анализа. Демонстрирует значительное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.

Отметкой (2-3 балла) оценивается ответ, при котором студент ставит постановку проблемы в ситуационном задании собственными словами, но слабо умеет проектировать принципиальную схему управления, применять методику для составления моделей элементов и всей системы, производит все необходимые расчеты по определению основных параметров объекта, слабо владеет универсальной методикой составления моделей элементов и систем и способами их решения и анализа. Демонстрирует совсем небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

Отметкой (0-1 баллов) оценивается ответ, при котором студент демонстрирует непонимание проблемы или нет ответа и даже не было попытки выполнения задания.

Раздел 5. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины / практики и выполнению контрольных заданий

Методические рекомендации студентам.

Изучение дисциплины осуществляется в четырёх формах:

1) посещение лекций;

2) решение лабораторных работ и их защита на занятиях;

3) закрепление пройденного материала;

4) самостоятельная подготовка.
50 Расчет курсового проекта.
В процессе аудиторных занятий студенты знакомятся с теоретико-методологическими основами изучаемой дисциплины. Важным условием освоения теоретических знаний является ведение конспектов лекций. Необходимо осмысливание и усвоение терминологии изучаемой дисциплины и важнейших количественных констант. Материалы лекционных курсов следует своевременно подкреплять проработкой соответствующих разделов в учебниках, учебных пособиях, научных статьях и монографиях (см. список литературы).
Дополнительная проработка изучаемого материала проводится на практических занятиях, закрепление пройденного материала осуществляется при выполнении практических работ. При изучении программного материала две третьих общего объема учебной нагрузки магистрантов приходится на самостоятельную работу, которую необходимо выполнять по всем разделам программы в форме изучения рекомендуемой основной и дополнительной литературы, самостоятельных занятий по подбору и анализу литературных источников, выполнению рефератов и докладов. Самостоятельная работа может осуществляться в виде проработки теоретических и практических материалов в учебном помещении оснащенным компьютерами, подключенными к сети «Интернет» с обеспечением доступа в электронную информационно - образовательную среду университета, а также написания рефератов и докладов, выполнения практических заданий, работы в библиотеках и т.п. Обучающиеся должны соблюдать дисциплину, вовремя приходить на занятия, осуществлять должную подготовку к ним, сдавать домашние задания и готовиться к практическим работам, проявлять активность на занятиях. Во время изучения учебной дисциплины текущий контроль знаний студентов осуществляется путем систематического опроса на практических занятиях, проверки результатов выполнения самостоятельных работ. В ходе проведения всех видов занятий значительное место уделяется активизации самостоятельной работы студентов с целью углубленного освоения разделов программы и формирования навыков самообразования.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
РАБОТА должна быть выполнен в лабораторном журнале или на формате А4. Распечатан на одной стороне листа стандартного формата – А4. Поля страницы: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм. Выравнивание текста – по ширине. Красная строка оформляется на одном уровне на всех страницах реферата. Отступ красной строки равен 1,25 см. Шрифт основного текста – Times New Roman. Размер – 14 п. Цвет – черный. Интервал между строками – полуторный. Оформление заголовков. Названия глав прописываются полужирным (размер – 16 п.), подзаголовки также выделяют жирным (размер – 14 п.). Точки в конце заголовок не ставится. Подчеркивать заголовок не нужно! Названия разделов и подразделов прописывают заглавными буквами. Интервалы после названий и подзаголовков. Интервал между подзаголовком и текстом – 2 п. Между названиями разделов и подразделов оставляют двойной интервал. Нумерация страниц ставится внизу страницы по центру. Отсчет ведется с титульного листа, но сам лист не нумеруют. Используются арабские цифры. Примечания располагают на той же странице, где сделана сноска. Они заключаются в скобки. Авторская пунктуация и грамматика сохраняется.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА ПО ЗАЩИТЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ
Устное выступление-доклад должен представлять собой не пересказ чужих мыслей, а попытку самостоятельной проблематизации и концептуализации определенной, достаточно узкой и конкретной темы. Все имеющиеся в работе сноски тщательно выверяются и снабжаются «адресами». Недопустимо включать в свою работу выдержки из работ других авторов без указания на это, пересказывать чужую работу близко к тексту без отсылки к ней, использовать чужие идеи без указания первоисточника. Это касается и источников, найденных в Интернете. Необходимо указывать полный адрес сайта. Все случаи плагиата должны быть исключены. В конце работы дается исчерпывающий список всех использованных источников.

Тематика лабораторных работ предлагается преподавателем в ФОС.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАНИЙ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ. Лабораторные занятия проводятся после изучения соответствующих разделов и тем лекционных занятий. Выполнение обучающимися заданий на занятиях позволяет им понять, где и когда изучаемые теоретические положения и практические умения могут быть использованы в будущей практической деятельности.

Цель занятий: формирование практических умений и навыков, необходимых в последующей профессиональной деятельности.

Задачи лабораторных занятий:
− обобщить, систематизировать, углубить, закрепить полученные теоретические знания по конкретным темам дисциплин профессионального цикла;
− формировать умения применять полученные знания на практике;
− выработать при решении практических заданий таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.
На занятиях обучающиеся овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе производственно-технологической и преддипломной практики и научно-исследовательской работы.

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ СИЛОВЫЕ АГРЕГАТЫ

1. Показатели работы ДВС.

Качество ДВС характеризуется следующими показателями:
Надежность и безопасность конструкции.
Степень совершенства рабочего процесса ДВС, т.е. качество смесеобразования и преобразования тепловой энергии топлива в механическую работу, т.е. расходами топлива в единицу времени на единицу мощности.
Удельная мощность - Nл ; Ne / Vh
Удельная масса - Ne / Gдв
Степень токсичности и дымности ОГ , шумов, вибраций и электромагнитных излучений.
Простота конструкции, удобство обслуживания и эксплуатации.
Надёжность пуска в различных условиях эксплуатации.
Перспективность конструкции, механизмов и систем ДВС, т.е. их способность к форсажу двигателя без значительных конструктивных его изменений.
Приспособляемость двигателя.
Срок службы (моторесурс).
В отечественном двигателестроении основными показателями работы ДВС являются:
Эффективная мощность - Ne, кВт (л.с) - мощность, снимаемая с коленчатого вала двигателя.
Удельная (литровая) мощность - Nл, кВт/л (л.с/л).
3. Частота вращения коленчатого вала – ne, об/мин.:
а) при максимальной мощности (Ne) - ne об/мин;
б) при максимальном крутящем моменте двигателя (Мк) - nm об/мин;
в) минимальная устойчивая частота вращения коленчатого вала - nmin на режиме холостого хода.
г) максимальная (разносная) частота вращения коленчатого вала при максимальной подаче топлива на режиме холостого хода, т.е, когда вся мощность двигателя расходуется на преодоление трения, насосные потери и привод вспомогательных механизмов.
Работа двигателя по условиям надёжности на разносной частоте вращения коленчатого вала не допускается!
4. Индикаторная мощность - Ni - мощность, развивающаяся в цилиндрах двигателя.
5. Индикаторный КПД - ηi- показывает степень совершенства рабочего процесса в цилиндрах двигателя.
6. Механический КПД – ηm - показывает степень совершенства конструкции двигателя.

7. Эффективный крутящий момент двигателя - Me (Н * м).
8. Экономические показатели:
а) часовой расход топлива — Gt, кг/час;
б) удельный расход топлива - ge, г/кВт*ч.

Внешняя скоростная характеристика двигателя представлена ниже на рис.
КРИВАЯ 1 - показывает характер изменения максимальной мощности двигателя, т.е. Nemax при максимальной подаче топлива, ne-обороты двигателя
при Nemax.
КРИВАЯ 2 - характеризует работу двигателя при почти const ne - т.е. регуляторная характеристика двигателя, точка а - показывает номинальную Ne, которая
ограничивает скоростной режим двигателя, так как дальнейшее увеличение ne уже не даёт увеличения Ne.
КРИВАЯ 3 - характеризует работу двигателя, нагруженного винтом (судовые, авиационные) - здесь изменение Ne идёт по кубической параболе,
т.е. Ne – Bn 3, где В - коэффициент пропорциональности
КРИВАЯ 4 -показывает характер изменения максимального крутящего момента, Memax

Показателями работы ДВС сильно зависят от условий эксплуатации автомобилей. Поэтому, при оценке их при работе двигателей в условиях, отличных от нормальных (на уровне моря), например, на горных дорогах или в условиях повышенных температур окружающего воздуха (жаркий климат) необходимо пользоваться показателями Международной стандартной атмосферы, которые приведены в табл. 3.1

Таблица 1. Показатели Международной стандартной атмосферы.
Таблица 3.1

Высота над уровнем моря, м	Атмосферное давление, Ро мл.рт.ст.	Температура воздуха,То, К	Плотность воздуха, ро, кг/м 3 МПа
0	760	0,1013	293 1.225
500	715	0.0972	284 1.116
1000	6/4	0.0917	281 1.112
2000	596	0.0811	275 1.006
3000	525	0.0715	268 0.009
4000	462	0.0628	262 0.819

Термодинамические циклы поршневых ДВС.

Преобразование тепловой энергии топлива в механическую работу происходит внутри цилиндров двигателя, где проходит сложный физико-химический термодинамический процесс окисления топлива кислородом воздуха с резким повышением давления горючей смеси с выделением большого количества тепла, (горение топливо-воздушной смеси).
С определенными допущениями , этот термодинамический процесс можно описать и рассчитать с помощью известных термодинамических (теоретических) циклов (Карне Отто, Дизеля, Тринклера).Этот расчет впервые в мире предложил профессор МВГУ В.И. Гриневецкий в 1906 г.

При этом делают следующие допущения :

В цилиндре двигателя находится постоянное (несменяемое) количество рабочего тела (действительно рабочее тело в цилиндрах двигателя постоянно обновляется).
Теплота в цилиндр двигателя подводится извне (реально теплота образуется внутри цилиндра двигателя при сгорании в нем топлива(смеси) , величина которой может изменяться , в зависимости от полноты окисления топлива в смеси.
Теплоемкость рабочего тела (несменяемого) в цилиндре постоянна и не зависит от изменения температуры (действительно теплоемкость рабочего тела изменяется и зависит от состава смеси, ее температуры и внешних условии эксплуатации).
4. Процессы сжатия и расширения рабочего тела в цилиндрах двигателя происходит без теплообмена (адиабатически) , (реально процессы идут со значительным теплообменом (политропно) , - температура внутри цилиндра (70-100) 0 до (2200 – 2400) о С и затем снижается до (500-600)о С.

Учитывая указанные выше исходные допущения, согласно второго закона термодинамики можно определить термический КПД одного килограмма рабочего тела (смеси) он будет определяться отношением работы цикла ц к подведенному за цикл теплу, - q1:

$$\eta t = 1 - (|q2|)/q1 = (q1 - |q2|)/q1 = lц/q1 \qquad (4.1)$$

где - $|q2|$ абсолютное значение количества теплоты, отданной за цикл холостому источнику, Дж/кг; q1 – количество подведенной за цикл теплоты, Дж/кг; Lц - работа за цикл одного килограмма рабочего тела перемещения поршня в цилиндре. Или для любого замкнутого цикла G килограмм рабочего тела совершат работу:

$$Lц = \oint pdv \qquad (4.2)$$

Графически работа цикла равна площади, заключенной внутри диаграммы цикла (в координатах Р – V).
В процессе рабочего цикла в цилиндрах ДВС величина Р и V постоянно изменяется. Графическое изображение рабочего процесса (цикла) в координатах P-V называется индикаторной диаграммой (см.рис 4.1).

Рис. 4.1 – Рабочий цикл теплового двигателя

Итак, работа цикла определяется площадью внутри контура цикла. Для упрощения инженерных расчетов заменим площадь , ограниченную кривыми (рабочего цикла) эквивалентной площадью прямоугольника, с высотой Рц и основанием S(Vh) (см.рис.4.1). Сопоставление различных рабочих циклов проводится по величине работы(площади) в единице объема цилиндра , т.е

$$Vmax - Vmin = Vh \qquad (4.3)$$

т.е. работа цикла, Lц условно приравнивается площади равновеликого ей прямоугольника с высотой Рц , которая называется средним условным давление цикла, - постоянным на всем ходу поршня:

$$Рц = (Lц)/(Vmax - Vmin) \qquad (4.4)$$

т.е Рц - условно постоянно на всем ходу поршня.

Применительно к поршневым двигателям обычно рассматривают обобщенный теоретический цикл (Г. В. Тринклера). - со смешанным подводом теплоты (см. рис 4.2)

Обобщённый цикл Г.В Тринклера объединяет в себе два цикла : цикл с подводом теплоты при постоянном объёме (С.Карно – Н.Отто) и цикл с подводом теплоты при постоянном давлении (Р. Дизеля).

Рис. 4.2 – Обобщенный термодинамический цикл поршневого двигателя.

В этом теоретическом цикле процессы сжатия и расширения происходят без теплообмена (PVk = const) , т.е адиабатно, отвод и подвод тепла происходят также : при V – const и P – const.
Тогда, зная температуру рабочего тела в определенных точках цикла, можно записать выражение для определения подведенной за цикл теплоты :

$$q1 = Cv\ (Tz' – Tc) + Cp\ (Tz – Tz') \qquad (4.5)$$

где Cv и Cp – соответсвенно, удельные массовые теплоемкости рабочего тела при V-const и P-const.
Аналогично, можно определить количество отведенной за цикл теплоты (абсолютно) :

$$|q2| = Cv\ (Tв – Tf) + Cp\ (Tf – Ta) \qquad (4.6)$$

где Tz', Tz , Tc …Tв, Ta… - температуры рабочего тела в характерных точках цикла.
Тогда, подставив эти значения в выражение (4.1) получим выражение термодинамического КПД:

$$\eta t = 1 – (|q2|)/q1 = 1 – (Tв-Tf)+k(Tf-Ta)/((Tz^'- Tc)+k(Tz-Tz') \qquad (4.7)$$

где $к = Cp/Cv$ - показатель адиабаты
Согласно рис 4.2 введём следующие обозначения(параметры двигателя) :

$\varepsilon = Va/Vc$ - степень сжатия:
$\lambda = Pz/Vc$ - степень повышения давления;
$\rho = Vz/Vc$ - степень предварительного расширения:
$\delta = Vв/Vz$ - степень последующего расширения;
$\rho' = Vв/Va$ - степень предварительного сжатия.

Теперь можно в выражении (4.7) все температуры в характерных точках диаграммы выразить через температуру Ta - начала сжатия и получить следующее выражение ηt обобщенного цикла и среднее условное давление, Pц:

$$\eta t = 1- 1/(\varepsilon^{(k-1)}) * (p^' [\lambda*(p/p^')^{к-1}]+ k (p^'-1))/(\lambda-1+k\lambda(p-1)) \qquad (4.8)$$

Из этого обобщённого цикла могут описываться три частных случая для ДВС
1 - цикл с V - const. (цикла Отто - цикла Дизеля)
2 - цикл с P-const. (цикл Дизеля-Тринклера)
3 - смешанный цикл (Тринклера)
Тогда согласно (4.8,). среднее условное давление обобщенного цикла

$$Pц = Cv\ (T\_a\ 〖* \varepsilon〗^{(k-1)}\ \varepsilon)/(Va\ (p^' \varepsilon-1))*\eta t[\lambda-1+k\lambda(p-1)] \qquad (4.9)$$

Так как
$Cv – R/(k-1)$ и $Pa = RT / Va$

где R – универсальная газовая постоянная, то окончательно получим: $Pц = Pa/(k-1)*\varepsilon^k/(\varepsilon-1)*\eta t[\lambda-1+k\lambda(p-1)]$ (4.10)

Тогда согласно (4.8) для:

$$V = const: \qquad \eta t = 1 – (1/\varepsilon k-1) \qquad (4.11)$$

$$Pц = Pa/(k-1) * 〖\varepsilon〗^{k/(\varepsilon-1)} * \eta t\ (\lambda-1) \qquad (4.12)$$

P = const: $\eta t = 1-(1/\varepsilon k-1)*(pk-1/k(p-1)$ (4.13.)

$Pц = Pa/(k-1)* (\varepsilon k / \varepsilon-1) * \eta t*k*(p-1)$ (4.14)

3. Смешанный цикл:

$\eta t = 1- (1/\varepsilon^{(k-1)})* (\lambda p^{k-1})/(\lambda-1+k\lambda(p-1))$ (4.15)

$Pц = Pa/(k-1) * (\varepsilon k/\varepsilon-1) * \eta t [\lambda-1+k\lambda(p-1)]$ (4.16)

Анализируя полученные выражения: 4.11 … 4.16 можно определить влияние факторов k и ε на величину ηt и Рц .
К = 1,41 - для воздуха (2-х атомный газ).
К = 1,3 - средний показатель адиабаты продуктов сгорания топливо - воздушной смеси.
Теоретически и экспериментально установлено, что увеличение показателя адиабаты к — увеличивает термический КПД. а увеличение значений Рц идет пропорционально увеличению значений давления впуска Ра.
Аналогично ведёт себя и ε Однако, ε ограничивается условиями без детонационного сгорания бензо-воздушных смесей, а также необходимостью снижения выброса токсичных окислов азота, при высоких ε , т.е. значение ε ограничиваются величиной 10,5 ... 11, а не 12, как это было ранее.
Значения с изменяются так:

бензиновые двигатели: ε =6.5 … 11,
дизели: ε = 12…26.

дизели с наддувом: ε = 12…16.

Многотопливные двигатели: ε = 8…21.

Топливо.

Тепловая энергия, необходимая для превращения в механическую работу получается в цилиндрах двигателя окислением углеводородных топлив кислородом воздуха с выделением большого количества тепла, т.е. горением топливо - воздушных смесей, которое происходит за время от 0.01 до 0.001 секунды. Сгорание смеси тем лучше, чем гомогеннее (однороднее) топливо-воздушная смесь, т.е чем ближе она приближается к однофазному состоянию (газообразному).
К моторному топливу предъявляются следующие основные требования:
Обеспечить быстрый пуск двигателя в любых эксплуатационных условиях
Сгорать без нагара и кокса.
Не вызывать коррозии деталей цилиндро - поршневой группы двигателя
Хорошо перемешиваться с воздухом.
Полностью сгорать, не увеличивая токсичности и дымности отработавших газов.
Этим требованиям в основном удовлетворяют жидкие и газообразные углеводородные топлива. Жидкие моторные топлива получают перегонкой из природной нефти или синтетические топлива- путём перегонки: каменного угля, горючих сланцев и т.д.
Нефть в основном состоит из различных углеводородов: алканы (C_nH_{2n+2}), алкены (C_nH_{2n}) (их немного), циклоалканы (C_nH_{2n}),- (с другими связями углерода) и ароматические у глеводороды (C_nH_{2n-6}) (с кольцевой молекулой).
Чем более компактна модель структурной схемы молекулы углеводорода (её структура), тем выше детонационная стойкость получаемого бензина. Это определяемся октановым числом (ОЧ), бензина, которое характеризует его в детонационную стойкость.

Октановое число (ОЧ) определяется содержанием (в специальной контрольной смеси) изооктана (ОЧ = 100) нормальном гептане (0Ч = 0).
Бензины- это смесь различных углеводородов выкипающих из нефти при температурах (50…400)оС: прямой перегонкой или крекинг - процессом, или методом гидрогенизации, т.е. высокотемпературным крекингом, - т.е перегонка при давлении до 200 ати и температуре 400 °С.
Октановое число бензина определяется на одноцилиндровой установке с изменяющимися значениями ε одним из следующих методов:
моторный метод - ГОСТ 511 — 82 - на установке ИТ9М при ne = 900 об/мин
исследовательский метод – ГОСТ 8226-82 – на установке ИТ9-6 при ne= 600 об/мин.

Разницу между ОЧМ и ОЧИ называют чувствительностью бензина к ОЧ. Существует примерная эмпирическая зависимость между ОЧ (бездетонационная работа двигателя), между степенью сжатия , ε и 0Ч= 125,4 - 413/ε + 0,183Д. (5.1)
Бензины поэтому маркируются по октановому числу по ГОСТ 2084-82 или по вновь введенному Российскому ГОСТу Р51105-97:
А-72, А-76 , Аи - 91, Аи - 93 , Нормаль-80, Регуляр-91, Премиум-95, Супер-98.
Минимальную температуру воздуха при пуске двигателя можно определить по эмпирической зависимости:
Tn = 0.5t10 - 50,5 + (tнк - 50)/3 °С (5.2)
где t10 - температура выкипания 10% бензина по объёму: tнк - температура начала кипения бензина.
Чем выше ОЧ бензина, тем выше можно поднимать степень сжатия двигателя, ε - без появления детонационного горения , когда сгорание смеси идет взрывообразно, т.е , когда скорость распространения фронта и пламени увеличивается в 35 раз, что приводит к значительному падению мощности двигателя до 50...55% и износу деталей цилиндро-поршневой группы двигателя и даже прогоранию поршней.

Дизельные топлива характеризуются цетановым числом(ЦЧ), те. аналогично - содержанием в контрольной смеси цетана (ЦЧ=100) в α -метил-нафталине (ЦЧ =0), Оно показывает способности топлива к задержке воспламенения от начала подачи (впрыска) в цилиндр топлива, ЦЧ характеризует "жёсткость" работы двигателя. Для отечественных топлив ЦЧ = 45.
Для повышения ОЧ бензина (его сейчас получают методом каталитического реформинга - выход до (65 -,70)%; к сравнению, при прямой перегонке - выход бензина только (10 - 15)% - в виде ароматических углеводородов) делают присадки специальных антидетонаторов; Обычно для этого используют тетроэтилсвинец (ТЭС) - очень сильный яд! Поэтому этилированные бензины окрашены в яркие цвета: синий, оранжевый, зеленый. И вообще их лучше не применять. К примеру, в Японии этилированных бензинов выпускается около 1%. а в США - около 3%. Сейчас ведутся работы по внедрению для повышения ОЧ бензинов нетоксичных антидетонаторов на марганцевой основе (они очень дорогие) или воды.
Кроме того, в настоящее время бензины выпускаются с соблюдением стандартов ЕС : «Евро-3», «Евро-4», «Евро-5», «Евро- 6».
В настоящее время, в качестве моторного топлива для автомобильных двигателей начинают широко применять различные газы: природные (сжатые и сжиженные), промышленные, коксовые. технологические биогазы и другие. . Сжатые природные газы (СПГ) примерно на 95% состоят из метана (СН4). а сжиженные (СНГ) - в основном из пропан - бутана.
Наряду с положительным: большие запасы, малая стоимость, более высокие ОЧ и меньшая экологическая опасность газовое топливо имеет и существенные недостатки:
Примерно в 800 ... 1000 раз меньшая теплота сгорания единицы объёма
(при атмосферных условиях), чем у жидких углеводородных
топлив; у сжиженных газов, аналогично, теплота сгорания меньше 1,3 ... 1,5 раза
2. Меньшая энергоемкость.
3. Как следствие п. 1 и п 2 соответствующее мощности двигателя
4. Плохое перемешивание газа с воздухом. - отсюда неполное сгорание газа в

смеси и увеличение токсических выбросов (особенно СО - и СН, и особенно в условиях пониженных температур окружающего воздуха).
5. Повышенная пожароопастность и сложнее техника безопасности
6. Плохой запуск двигателя - особенно в холодное время года, а значит необходимость установки на АТС более мощных АКБ.
7. Большой вес и габариты газовой аппаратуры.
Дизтопливо - это тяжелое моторное топливо, состоит из более тяжелых фракций нефти: 30 % - бензин, легроин, керосин и 70 % - соляровое масло. Оно характеризуется цетановым числом (ЦЧ) – оно показывает способность топлива к задержке воспламенения, т.е характеризует «жесткость» работы двигателя.

Сгорание топлива

Моторные топлива – это углеводородные топлива, т.е. состоят из молекул углерода и водорода. Элементарный состав топлива, т.е массовое содержание в топливе составляющих компонентов:
$C+H + O = 1$ кг (6.1)

Дизтопливо : $0{,}870C+0{,}126H+0{,}004Oт = 1$ кг (6.2)
Газовое топливо : ∑▒ 〖CnHmOr+N〗 2 = 1м3 (6.3)
Сгорание топлива (окисление его в рабочей смеси) представляет собой сложный физико-химический процесс окисления топлива кислородом воздуха, - с выделением большого количества тепла. Это сложная цепная экзотермическая реакция.
При полном сгорании (окислении) топлива углерод и водород топлива полностью окисляется кислородом воздуха.
$C+O2 = CO\ 2$ и $2H2 + O2 = 2H2O$ (6.4)
В массовых единицах :
Для Скг |C | : Скг |C |+8/3Скг |O | = H/3Скг |CO2 | (6.5)
Для Нкг |H2 | : Нкг |H2 | + 8 Нкг |O2 | = 9 Нкг |H2O | (6.6)

При расчёте в киломоль:

Скг |C | + C/12 кмоль |O2 | = C/12 кмоль |CO2 | (6.7)
Нкг |H2 | + H/4 кмоль |O2 | = H/2 кмоль |H2O | (6.8)

Из уравнений (6.6) и (6.8) видно, что объём числа молей продуктов реакций сгорания углерода с кислородом (CO2) равен объему O2, а реакция окисления водорода с кислородом (H20) Приводит к двукратному увеличению водяного пара по сравнению с кислородом. Это характеризуется коэффициентом молекулярного изменения (μ0).
Таким образом, минимальное количество кислорода, необходимое для полного окисления топлива - это количество называется теоретически необходимым количеством кислорода для полного сгорания 1 кг топлива :

$O0 = 8/3\ C + 8H - Oт$ (6.9)

или в кмоль:

$O0= C/12 + H/4 - Oт/32$ (6.10)

Учитывая, что в реальном двигателе для окисления топлива кислород поступает в составе атмосферного воздуха в процессе впуска, а в воздухе но массе кислорода содержится приблизительно 23%, а по объёму,- соответственно, 21%, получим теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива
$L0=1/0.23*(8/3C+8H-Oт) = 14{,}95$ кг (6.11)
$L0=1/0.21*(C/12+H/4-Oт/32) = 0{,}512$ кмоль (6.12)

Молекулярная масса воздуха μ в = 28,97
Следовательно: L0= μ в -L0 = 28,97 1 L0
Аналогично для сгорания газа:
1 моль CnHmOr +(n+m/4-r/2)моль O2 = nmмольCO2 + m/2 моль H2O (6.13)
или: теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 моля или 1 м3 топлива:
L0 = 1/0,21 ∑▒ 〖(n〗 +m/2-r/2) CnCmOr кмоль, (6.14)
где CnHmOr - объёмные доли отдельных компонентов в газообразном топливе Коэффициент избытка воздуха (α).

В зависимости от режима работы ДВС. положения управляющих органов системы питания и условий сгорания (автомобильные двигатели работают в основном на не установившихся режимах) и цилиндры может поступать различное количество воздуха, т.е. смесь будет различной по составу. Это характеризуется коэффициентом избытка воздуха (а), который показывает отношение действительно поступившего в цилиндры воздуха к теоретически необходимому количеству для полного сгорания поступившего топлива, т.е.:
a = L/Lo или в кмоль a = L/Lo (7.1)

Таким образом, горючая смесь в ДВС может быть:
при a = 1 - стехиометрического состава.
при a < 1 - обогащенная, богатая, переобогащенная смесь (в зависимости от величины α).
при a > 1 - соответственно - обеднённая. бедная или переобедненная смесь
В бензиновых ДВС может изменяться (из условия горения бензовоздушных смеси в обычных условиях) в пределах (0.65...1.25).
В дизелях, соответственно, в пределах 1,3...4,5.

8 Полное сгорание топлива (α ≥ 1).

Горючая смесь состоит из паров топлива смешанных с воздухом.
Общее количество горючей смеси в кмоль (пары топлива + воздух) для бензиновых двигателей будет :
M1=aLo+1/μT (8.1)
где μT - молекулярная масса топлива.
Для бензинов μT = 110 … 120.
Для дизтоплива μT = 180…200
Для воздуха μв = 28.97
Для дизелей количество поступающего воздуха:
M1 = a*Lo (8.2)
Для газа, соответственно:
M1 = 1 + a+ Lo (8.3)
Для любого топлива масса смеси (в кг):
G1=1+a*Lo (8.4)
При полном сгорании (окислении) топлива
Общее количество продуктов сгорания (в кмоль) , отнесенное к 1 кг жидкого топлива, при полном его сгорании , будет, кмоль:

M2=MCO2+MH2O+MO2+MN2 (8.5)

Количество отдельных компонентов продуктов сгорания определяют по формулам :

MCO2 MCO2 = C/12 (8.6)
MH2O MH2O = H/2 (8.7)
MN2 MN2 = 0,79*α- Lo (8.8)
MO2 = 0.21-(α-1) * Lo (8.9)

где 0,21*α*Lo – масса поступившего кислорода в кмоль: 0,21* Lo - масса кислорода участвовавшая в горении в кмоль.
Подставив все эти значения в выражение (8.5). а вместо 0,21* Lo из выражения (6.11), значение L0, получим (в кмоль):

$$M2 = \alpha*Lo + 1/4(H+ Oт/8) \qquad (8.10)$$

или

$$M2 = C/12 + H/2 + 0,79*Lo + 0.21(\alpha- l)Lo \qquad (8.11)$$

где 0,79(α-l)Lo и 0.21 (α-l)Lo - соответственно массы избыточною азота и кислорода в продуктах сгорания.
Аналогично можно рассчитать количество продуктов сгорания. M2 для газового топлива.