

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт транспорта и логистики
Кафедра двигателей внутреннего сгорания**

УТВЕРЖДАЮ
Директор института транспорта и логистики
Быкадоров В.В.
2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВС»

По направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания»

Луганск 2023

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение. – 39с.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» разработана с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 149.

СОСТАВИТЕЛИ:

канд. техн. наук, доцент кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Васильев И.П.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Любченко Д.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»

« 12 » 04 20 23 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой _____ А.А. Данилейченко

Переутверждена: « _____ » 20 ____ г., протокол № ____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики

« 17 » 04 20 23 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической
комиссии института



Е.И. Иванова

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель: изучить способы улучшения экологических показателей ДВС.

Задачами является получение комплекса знаний, которые позволяют использовать различные способы для обеспечения необходимых экологических показателей двигателей.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Основывается на базе дисциплин: методология и методы научных исследований, современные проблемы науки и производства в энергетическом машиностроении.

Является основой для изучения следующих дисциплин: основы вторичного использования теплоты в ДВС, современные энергетические технологии.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

ПК-5. Способность эффективно участвовать в программах освоения новой продукции и технологии	ПК-5.2. Проводит анализ и обобщение данных в соответствии с задачами темы.	знать основные источники ухудшения экологических показателей ДВС, и методы их устранения. уметь разрабатывать методы улучшения экологических показателей ДВС, владеть навыками по использованию различных способов улучшения показателей двигателей путем применения альтернативных топлив, систем нейтрализации, определять состав и дымность ОГ и характеристики альтернативных топлив: плотность, вязкость, температуру вспышки, фракционный состав, температуры помутнения и кристаллизации и т. д. владеть навыками использования различных способов улучшения показателей двигателей путем применения альтернативных топлив, систем нейтрализации.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5зач. ед)	180 (5 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	84	24
Лекции	28	8
Семинарские занятия		
Практические занятия	28	8
Лабораторные работы	28	8
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)		
Самостоятельная работа студента (всего)	96	156
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Вводная лекция. Пути улучшения экологических характеристик ДВС. Основные конструкции нейтрализаторов отработавших газов двигателей.

2. Нейтрализация оксидов азота ОГ. Использование аммиака как восстановителя; использования мочевины как восстановителя; использование других восстановителей; особенности восстановления оксидов азота; использование восстановителя в твердой фазе; восстановление оксидов азота без газа-восстановителя.

3. Рециркуляция отработавших газов, как средство снижения оксидов азота.

4. Снижение выбросов дисперсных частиц (ДЧ). Улавливание дисперсных частиц в электрокаталитическом фильтре. Каталитическая регенерация дисперсных частиц.

5. Определение характеристик ДЧ. Устройства для замера дымности ОГ. Замер дисперсности ДЧ ОГ. Методика определения углеродной фракции ДЧ.

6. Методика определения металлов в ДЧ.

Диагностирование систем нейтрализации. Кислородные датчики. Датчики содержания аммиака. Датчики содержания оксидов азота. Диагностирование по тепловому состоянию реактора.

7. Пути снижения выбросов парниковых газов с ОГ ДВС. Общие пути снижения парниковых газов. Улучшение сгорания. Использование биотоплив. Пищевое сырье для биотоплив. Непищевое сырье для биотоплив. Системы нейтрализации отработавших газов для снижения парниковых газов.

8. Улучшение экологических характеристик двигателей при использовании биотоплив.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Вводная лекция. Пути улучшения экологических характеристик ДВС. Основные конструкции нейтрализаторов отработавших газов двигателей.	3	1
2	Нейтрализация оксидов азота ОГ. Использование аммиака как восстановителя; использования мочевины как восстановителя; использование других восстановителей; особенности восстановления оксидов азота; использование восстановителя в твердой фазе; восстановление оксидов азота без газа-восстановителя.	3	1
3	Рециркуляция отработавших газов, как средство снижения оксидов азота.	4	1
4	Снижение выбросов дисперсных частиц (ДЧ). Улавливание дисперсных частиц в электрокаталитическом фильтре. Каталитическая регенерация дисперсных частиц.	4	1
5	Определение характеристик ДЧ. Устройства для замера дымности ОГ. Замер дисперсности ДЧ ОГ. Методика определения углеродной фракции ДЧ.	3	1
6	Методика определения металлов в ДЧ. Диагностирование систем нейтрализации. Кислородные датчики. Датчики содержания аммиака. Датчики содержания оксидов азота. Диагностирование по тепловому состоянию реактора.	4	1
7	Пути снижения выбросов парниковых газов с ОГ ДВС. Общие пути снижения парниковых газов. Улучшение сгорания. Использование биотоплив. Пищевое сырье для биотоплив. Непищевое сырье для биотоплив. Системы нейтрализации отработавших газов для снижения парниковых газов.	4	1
8	Улучшение экологических характеристик двигателей при использовании биотоплив.	3	1
Итого:		28	8

4.4. Практические (семинарские) занятия

№	Название темы	Объем часов
---	---------------	-------------

п/п		Очная форма	Заочная форма
1	Расчет плотности топливной смеси биодизеля и дизельного топлива	5	1
2	Расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и дизельного топлива	5	2
3	Расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с дизельным топливом	5	2
4	Расчет плотности топливной смеси биодизеля и метанола	5	1
5	Расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и метанола	4	1
6	Расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с метанолом	4	1
Итого:		28	8

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Тарировка термоэлектрического термометра	3	1
2	Определение расхода воздуха через двигатель	4	1
3	Определение расхода топлива через двигатель	4	1
4	Определение коэффициента избытка воздуха при горении топлива в цилиндрах двигателя	4	1
5	Теоретическое ознакомление с устройством дымомера	4	1
6	Практическое ознакомление с устройством дымомера	3	1
7	Работа на дымомере в имитационном режиме	3	1
8	Работа на дымомере с отработавшими газами	3	1
Итого:		28	8

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Изучение нормативных документов: ГОСТы 18509-88, 14846-81, 17.2.2.01-84, 17.2.2.02-84, 17.2.2.03-87, 17.2.2.05-86	работа с лекциями и учебной литературой	8	14
2	Изучение европейского ездового цикла	работа с лекциями и учебной литературой	8	14
3	Изучение американского ездового цикла	работа с лекциями и учебной литературой	8	14
4	Знакомство с техникой безопасности при испытаниях двигателей.	работа с лекциями и учебной литературой	8	14
5	Проведение обзора по нагрузочным устройствам	работа с лекциями и учебной литературой	8	23
6	Способы снижения токсичности отработавших газов ДВС путем регулирования параметров двигателя	работа с лекциями и учебной литературой	8	13
7	Способы снижения выделения вредных веществ с отработавшими газами путем применения нейтрализаторов	работа с лекциями и учебной литературой	10	13
8	Способы снижения дымности отработавших газов дизелей	работа с лекциями и учебной литературой	10	13
9	Расчет параметров топливной смеси	индивидуальное задание	18	18
10	Замер температуры деталей камеры сгорания	работа с лекциями и учебной литературой	10	20

Итого:		96	156
---------------	--	-----------	------------

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрено учебным планом.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Злобин В. Н. Ионная имплантация в энергетике и машиностроении [Текст]: монография / В. Н. Злобин, И. П. Васильев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. - Волгоград: ВолгГТУ, 2018. - 210 с.: ил. - ISBN 978-5-9948-2915-8: 80 р.
2. Васильев И. П. Использование ионной имплантации в двигателестроении [Электронный ресурс]: монография / И. П. Васильев. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 211 с. Режим доступа: https://yadi.sk/d/M-hvRP5R_jKa7w
3. Васильев И. П. Снижение парниковых и вредных выбросов с отработавшими газами двигателей [Электронный ресурс] / И. П. Васильев. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2016. - 210 с. Режим доступа: https://yadi.sk/d/M-hvRP5R_jKa7w
4. Васильев И. П. Системы нейтрализации отработавших газов двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. П. Васильев. - Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2013. - 219 с. Режим доступа: https://yadi.sk/d/M-hvRP5R_jKa7w
5. Васильев И.П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля [Текст]: монография/ И.П.Васильев. –Луганск: изд-во ВНУ им.В.Даля, 2009 – 240с. Режим доступа: https://yadi.sk/d/M-hvRP5R_jKa7w

б) дополнительная:

1. Кашкаров, А. П. Современные био-, бензо-, дизель-генераторы и другие полезные конструкции : пособие / А. П. Кашкаров. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 137 с. - ISBN 978-5-89818-648-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2109476> (дата обращения: 30.01.2024).
2. Падалко Л. П. Альтернативные энергоносители на автотранспорте: эффективность и перспективы / Л. П. Падалко, Ф. Ф. Иванов, В. И. Кузьменок; под науч. ред. А. Е. Дайнеко; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. - Минск: Беларуская навука, 2017. - 263, [1] с. - ISBN 978-985-08-2094-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1067313>
3. Оценка и контроль выбросов дисперсных частиц с отработавшими газами дизелей [Текст] : монография / В. А. Звонов [и др.]. - Москва : Прима-Пресс-М, 2005. - 310 с. - ISBN 5-93310-071-4 : 20 грн.

4. Экология автомобильных двигателей внутреннего сгорания [Текст] : учебное пособие / В. А. Звонов [и др.]; Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля ; под ред. В. А. Звонова. - Луганск : Изд-во ВГУ им. В. Даля, 2004. - 268 с. - ISBN 966-590-236-9 : 15 грн. 41 к.
5. Звонов В. А. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле [Текст] / В. А. Звонов, А. В. Козлов, В. Ф. Кутенев; Гос. науч. центр Рос. Федерации Центр. науч.-исследоват. автомобил. и автотранс. ин-т НАМИ [и др.]. - Москва : НАМИ, 2001. - 248 с. - ISBN 5-93648-004-06 : 80 р.
6. Звонов В. А. Образование загрязнений в процессах сгорания [Текст] / В. А. Звонов. - Луганск : Изд-во ВГУ, 1998. - 126 с. - ISBN 966-7350-33-9 : 6 грн.
7. Звонов В. А. Метанол как топливо для транспортных двигателей [Текст] : монография / В. А. Звонов, В. И. Черных, В. К. Балакин. - Харьков : Основа, 1990. - 150 с. - ISBN 5-11-000760-8 : 2 р.
8. Смайлис В. И. Малотоксичные дизели. Особенности конструкции рабочего процесса и испытаний [Текст] / В. И. Смайлис. - Ленинград : Машиностроение, 1972. - 128 с. - 44 к.

в) методическая:

1. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» для студентов направления подготовки 13.04.03. «Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / сост. И. П. Васильев. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 13 с.
2. Методические указания к контрольной работе по дисциплине «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» для студентов направления подготовки 13.04.03. «Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / сост. И. П. Васильев. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 11 с.
3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» [Электронный ресурс]: для студентов специальности 13.04.03.01 «Двигатели внутреннего сгорания» / Сост.: И. П. Васильев. - Луганск, Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 33 с.
4. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» [Электронный ресурс]: (для студентов направления подготовки 13.04.03 «Двигатели внутреннего сгорания» / Сост.: И. П. Васильев. - Луганск, Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. - 23 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
 Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
 Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
 Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
 Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
 Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
 Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>
 Электронные библиотечные системы и ресурсы
 Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
 Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
 Информационный ресурс библиотеки образовательной организации
 Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины (модуля)

Лекционные занятия проводятся в академических аудиториях.

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: проводятся с использованием раздаточного материала, наглядных пособий, демонстрационных плакатов.

Лабораторные работы: лаборатория ДВС, оснащенная специализированными лабораторными стендами (Стенд «Всетин» с ДВС, стенды с дизелями 5Д2, 6ЧН12/14, 1Ч12/14, 5Д4, стенд СДТА, стенд «Motorpal», стенд с ДВС 4ЧН8,5/11 с волновым обменником давления, наглядное пособие двигатель ТВ3-117 и СПГГ, лабораторные стенды 1, 2, 3, 4 по теплотехнике, лабораторное контрольно-измерительное оборудование, наглядные пособия), плакаты со схемами лабораторных работ, шаблоны отчетов по лабораторным работам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет (комплект электронных раздаточных материалов выдается студентам в электронной форме).

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

Диагностическое контрольное тестирование:

Комплект тестовых заданий, позволяющих осуществить оценку компетенции

ПК-5. Способность эффективно участвовать в программах освоения новой продукции и технологии	ПК-5.2. Проводит анализ и обобщение данных в соответствии с задачами темы.
---	--

образовательной программы 13.04.03 Энергетическое машиностроение, магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» дисциплина «Методы улучшения экологических характеристик ДВС»

ВАРИАНТ 1

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 1.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Что входит в состав продуктов сгорания ДВС?

- 1) CO_2 .
- 2) H_2O .
- 3) CO .
- 4) CH .
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1234

Обоснование: В состав продуктов сгорания топлива входят: углекислый газ (CO_2), оксиды азота и серы (NO_x , SO_2), оксид углерода (CO), водяные пары (H_2O), азот (N_2), содержащийся в топливе и атмосферном воздухе; избыточный кислород (O_2), который содержится в продуктах сгорания топлива, так как само горение протекает неидеально, вследствие чего приходится подавать в топку воздуха больше чем необходимо теоретически.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какой состав продуктов сгорания сернистых топлив?

- 1) SO_2 серный ангидрид.
- 2) сернистый ангидрид SO_3 .
- 3) CO_2 .
- 4) H_2O .
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1234

Обоснование: При сгорании топлива с повышенным содержанием серы образуется сернистый ангидрид (SO_2) (до 95 %), и серный ангидрид (SO_3) (до 5 %). Формирование и изменение коррозионной агрессивности продуктов сгорания сернистого топлива происходят по всему газовому тракту котла как в процессе горения топлива, так и в результате процессов на высокотемпературных поверхностях нагрева.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Что относят к основным направлениям улучшения экологических показателей ДВС?

- 1) Внутрицилиндровый катализ: Использование каталитических покрытий внутри камеры сгорания помогает снизить выбросы вредных веществ.
- 2) Системы рециркуляции отработавших газов (EGR): Эти системы уменьшают количество оксидов азота (NO_x) в выхлопных газах, возвращая часть отработавших газов обратно в камеру сгорания.
- 3) Скрубберные технологии: Использование скрубберов для очистки выхлопных газов от твердых частиц и других загрязнителей.
- 4) Оптимизация процесса сгорания: Совершенствование конструкции камеры сгорания и системы впрыска топлива для более полного и эффективного сгорания топлива.
- 5) Использование альтернативных видов топлива: Применение биотоплива, водородного топлива и других экологически чистых альтернатив.

Ответ: 12345

Обоснование: 12345

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Что относится к парниковым газам?

- 1) углекислый газ.
- 2) водяной пар.
- 3) метан.
- 4) оксиды азота.
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1234

Обоснование: 1) Углекислый газ способствует появлению парникового эффекта, что может привести к глобальному потеплению и негативным последствиям для человечества. 2) водяной пар вносит основной вклад в парниковый эффект земной атмосферы; 3) Метан — это парниковый газ, который задерживает в атмосфере тепло, не давая планете остыть и превратиться в безжизненный космический объект; 4) Оксид азота (NO) — парниковый газ, который способствует глобальному потеплению. Он выбрасывается в составе выхлопных газов транспортных средств, а также при сжигании угля, нефти, дизельного топлива и природного газа, особенно на электростанциях.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 5.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Каковы основные глобальные экологические проблемы, с которыми сейчас сталкивается наш мир?

- 1) загрязнение окружающей среды
- 2) глобальное потепление
- 3) разрушение озонового слоя
- 4) утрата биоразнообразия
- 5) все перечисленное.

Ответ: 5

Обоснование: загрязнение окружающей среды за счет вредных выбросов ОГ; глобальное потепление поверхности планеты из-за скопления парниковых газов в нижних слоях атмосферы; причиной разрушения озонового слоя и озоновой дыры являются производимые химические вещества, особенно производимые галоуглеродные хладагенты, растворители, пропелленты и пенообразователи, называемые озоноразрушающими веществами (ОРВ); утрата биоразнообразия из-за многих факторов

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 6.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие устройства используют для определения и регулирования токсичности отработавших газов ДВС?

- 1) газоанализатор
- 2) дымомер
- 3) лямбда зонд
- 4) фильтр твердых частиц
- 5) все перечисленное.

Ответ: 5

Обоснование: газоанализатор измеряет содержание различных газов, дымомер измеряет количество твердых частиц в выхлопе, лямбда-зонд поддерживает оптимальное соотношение

топлива и воздуха, что улучшает экономичность и производительность двигателя, фильтр твердых частиц улавливает и сжигает твердые частицы, снижая их выбросы в атмосферу

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Производство нефтяных топлив включает несколько ключевых процессов, каких?

- 1) Крекинг (процесс разложения тяжелых углеводородов на более легкие. Существует несколько видов крекинга)
- 2) Термический крекинг (использует высокие температуры для разложения углеводородов)
- 3) Каталитический крекинг (использует катализаторы для ускорения разложения углеводородов при более низких температурах)
- 4) Гидрокрекинг (процесс, при котором тяжелые углеводороды разлагаются в присутствии водорода и катализаторов, что позволяет получить высококачественные бензин и дизельное топливо)
- 5) все ответы верны.

Ответ: 5

Обоснование: 5

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие понятия относятся к экологическому классу?

- 1) экологические классы ДВС определяют уровень выбросов вредных веществ в атмосферу
- 2) эти классы помогают регулировать и снижать негативное воздействие автомобилей на окружающую среду
- 3) введение этих классов направлено на улучшение качества воздуха и снижение вредного воздействия на здоровье людей и окружающую среду
- 4) эти стандарты касаются выбросов таких веществ, как оксид углерода (CO), углеводороды (HC), оксиды азота (NOx) и твердые частицы (PM)
- 5) все ответы правильные.

Ответ: 5

Обоснование: 5

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

В какой последовательности осуществляется анализ смеси биодизеля со скипидаром?

- 1) определяется массовая доля эфиров
- 2) определяется плотность при 15 °C
- 3) определяется температура вспышки в закрытом тигле
- 4) определяется кинематическая вязкость
- 5) определяется цетановое число

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Установите последовательность определения дымности на фильтрах.

- 1) Достать фильтр марки АФА и поместить с специальную камеру с поглотителями влаги

- 2) Выдержать в камере с поглотителями влаги не менее 12 часов
 - 3) Взвесить фильтр
 - 4) Провести отбор сажи в специальном патроне
 - 5) Выдержать не менее 12 часов в камере с поглотителями влаги и затем взвесить
- Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Процесс работы на приборе ИДС 3С включает следующие операции:

- 1) Запустить двигатель при работе на биодизеле и прогреть.
 - 4) Выставить необходимую нагрузку двигателя.
 - 3) Подсоединить к дымомеру источник сжатого воздуха и выставить на манометре 0,06...0,08 МПа.
 - 2) Включить дымомер ИДС-3С нажатием на кнопку «Сеть».
 - 5) При первом включении прогреть прибор 10 минут, при последующем достаточно 5 минут.
- Замерить дымность ОГ.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	4	3	2	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность процесса выгорания частиц?

- 1) В начале частица нагревается до температуры, при которой начинается испарение летучих компонентов. Это может происходить за счет внешнего источника тепла или за счет тепла, выделяемого при химических реакциях.
- 2) При дальнейшем нагревании происходит разложение органических веществ на более простые молекулы. Этот процесс сопровождается выделением газов и образованием твердого остатка (угля).
- 3) Газообразные продукты пиролиза и твердый остаток вступают в реакцию с кислородом, образуя углекислый газ (CO₂), воду (H₂O) и другие продукты сгорания. Этот этап сопровождается выделением большого количества тепла и света.
- 4) В процессе окисления образуется пламя, которое может быть видимым или невидимым в зависимости от типа частиц и условий сгорания.
- 5) После полного выгорания летучих компонентов и угля процесс сгорания завершается. Остаются только неорганические остатки, такие как зола

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие описания видам получения биодизеля.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Анаэробное брожение	1	Сахаросодержащие материалы (например, кукуруза, сахарный тростник) ферментируются дрожжами или бактериями, что приводит к образованию этанола
Б	Ферментация	2	Органические отходы (например, сельскохозяйственные или бытовые) разлагаются микроорганизмами в отсутствие кислорода, что приводит к образованию метана и углекислого газа

В	Использование водорослей	3	Этот процесс включает реакцию растительных масел или животных жиров с метанолом или этанолом в присутствии катализатора (обычно щелочного), что приводит к образованию биодизеля и глицерина
Г	Гидротермальное расщепление	4	Водоросли выращиваются и перерабатываются для получения биотоплива. Этот метод имеет большой потенциал благодаря высокой продуктивности водорослей и их способности расти в различных условиях
		5	В этом методе биомасса нагревается в воде при высоком давлении, что приводит к разложению органических материалов и образованию биодизеля

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	4	5

**Задание на установление соответствия
повышенный уровень**

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие назначений устройств.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	газоанализатор	1	измеряет количество твердых частиц в выхлопе, что позволяет оценить эффективность сгорания топлива и состояние двигателя
Б	дымомер	2	измеряет содержание различных газов в выхлопных газах, таких как оксид углерода (CO), диоксид углерода (CO ₂), углеводороды (HC), оксиды азота (NO _x) и кислород (O ₂). Приборы ГИАМ-29М, ИНФРАКАР-М
В	лямбда-зонд	3	снижает выбросы NO _x , возвращая часть выхлопных газов обратно в камеру сгорания
Г	система рециркуляции выхлопных газов (EGR)	4	улавливают и сжигают твердые частицы, снижая их выбросы в атмосферу
		5	поддерживает оптимальное соотношение топлива и воздуха, что улучшает экономичность и производительность двигателя, снижает выбросы вредных веществ, таких как углеводороды (HC), оксид углерода (CO) и оксиды азота (NO _x), продлевает срок службы каталитического нейтрализатора, который эффективно работает только при определенном составе выхлопных газов

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	5	3

**Задание на установление соответствия
повышенный уровень**

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие этапов процесса выгорания частиц.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Нагревание и испарение	1	в процессе окисления образуется пламя, которое может быть видимым или невидимым в зависимости от типа частиц и условий сгорания.
Б	Пиролиз	2	частица нагревается до температуры, при которой начинается испарение летучих компонентов. Это может происходить за счет внешнего источника тепла или за счет тепла, выделяемого при

			химических реакциях.
В	Окисление	3	газообразные продукты пиролиза и твердый остаток вступают в реакцию с кислородом, образуя углекислый газ (CO ₂), воду (H ₂ O) и другие продукты сгорания. Этот этап сопровождается выделением большого количества тепла и света.
Г	Образование пламени	4	разложение органических веществ на более простые молекулы. Этот процесс сопровождается выделением газов и образованием твердого остатка (угля).
		5	После полного выгорания летучих компонентов и угля процесс сгорания завершается. Остаются только неорганические остатки, такие как зола

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	4	3	1

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Какие бывают технологии получения биодизельных топлив?

Ответ (решение): Технологии получения биодизельных топлив. Трансэстерификация - процесс включающий реакцию растительных масел или животных жиров с метанолом или этанолом в присутствии катализатора (обычно щелочного), что приводит к образованию биодизеля и глицерина. Гидротермальное расщепление - биомасса нагревается в воде при высоком давлении, что приводит к разложению органических материалов и образованию биодизеля. Пиролиз – биомасса нагревается в отсутствие кислорода, что приводит к разложению органических веществ и образованию жидкого биотоплива.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Чем объясняется снижение дымности при использовании биодизельного топлива?

Ответ (решение): Снижение дымности при использовании биодизельного топлива объясняется несколькими факторами: 1) Биодизель содержит больше кислорода по сравнению с традиционным дизельным топливом. Это способствует более полному сгоранию топлива, что уменьшает количество несгоревших углеводородов и, следовательно, снижает дымность. 2) Биодизель содержит меньше ароматических углеводородов, которые при сгорании образуют сажу и другие твердые частицы. Это также способствует снижению дымности. 3) Биодизель имеет более высокую температуру вспышки, что способствует более стабильному и полному сгоранию топлива, уменьшая образование дыма.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Как проходит процесс выгорания частиц?

Ответ (решение): Процессы выгорания происходят на поверхности частиц параллельно с процессами образования частиц. Невозможно точно определить, когда окисление начинается. Процесс выгорания сопровождается уменьшением массы и размеров частиц. Экспериментально установлено, что в процессе выгорания наряду с молекулярным кислородом O₂ участвуют атомарный кислород O и радикалы OH. Исследования показали,

что около 10% столкновений радикалов ОН с частицами приводят к отщеплению и связыванию атомов углерода даже в среде насыщенной молекулярным кислородом.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что собой представляют дисперсные частицы?

Ответ (решение): Дисперсные частицы представляют собой комплекс веществ органической и неорганической природы, твердой и жидкой консистенции, образующихся в результате неполного сгорания топлива и моторного масла, износа и коррозии двигателя, а также в результате процессов, происходящих с отработавшими газами в выпускной системе, устройствах для уменьшения выбросов (сажевых фильтрах, окислительных нейтрализаторах), и при смешивании с атмосферным воздухом. Материал дисперсных частиц подразделяется на 4 группы: - углеродную фракцию; - органическую фракцию; - фракцию сульфатов и нитратов; - фракцию неорганических примесей.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Какие основные экологические классы используют в Европе?

Ответ (решение): Экологические классы ДВС определяют уровень выбросов вредных веществ в атмосферу. Евро-0: До 1992 года, отсутствие норм по выбросам, наиболее “грязные” автомобили. Евро-1: Введен в 1992 году, первые ограничения по выбросам. Евро-2: Введен в 1995 году, ужесточение норм, уменьшение выбросов на 30-40% по сравнению с Евро-1. Евро-3: Введен в 1999 году, дальнейшее снижение выбросов на 30-40% по сравнению с Евро-2. Евро-4: Введен в 2005 году, еще более строгие нормы. Евро-5: Введен в 2009 году, значительное снижение выбросов. Евро-6: Введен в 2014 году, самые строгие нормы на сегодняшний день

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 1

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
9.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
10.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11.	14325	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи

12.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
13.	A2B1B4Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
14.	A2B1B5Г3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
15.	A2B4B3Г1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
16.	Технологии получения биодизельных топлив. Трансэстерификация - процесс включающий реакцию растительных масел или животных жиров с метанолом или этанолом в присутствии катализатора (обычно щелочного), что приводит к образованию биодизеля и глицерина. Гидротермальное расщепление - биомасса нагревается в воде при высоком давлении, что приводит к разложению органических материалов и образованию биодизеля. Пиролиз – биомасса нагревается в отсутствие кислорода, что приводит к разложению органических веществ и образованию жидкого биотоплива.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
17.	Снижение дымности при использовании биодизельного топлива объясняется несколькими факторами: 1) Биодизель содержит больше кислорода по сравнению с традиционным дизельным топливом. Это способствует более полному сгоранию топлива, что уменьшает количество несгоревших углеводородов и, следовательно, снижает дымность. 2) Биодизель содержит меньше ароматических углеводородов, которые при сгорании образуют сажу и другие твердые частицы. Это также способствует снижению дымности. 3) Биодизель имеет более высокую температуру вспышки, что способствует более стабильному и полному сгоранию топлива, уменьшая образование дыма.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
18.	Процессы выгорания происходят на поверхности частиц параллельно с процессами образования частиц. Невозможно точно определить, когда окисление начинается. Процесс выгорания сопровождается уменьшением массы и размеров частиц. Экспериментально установлено, что в процессе выгорания наряду с молекулярным кислородом O ₂ участвуют атомарный кислород O и радикалы OH. Исследования показали, что около 10% столкновений радикалов OH с частицами приводят к отщеплению и связыванию атомов углерода даже в среде насыщенной молекулярным кислородом.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
19.	Дисперсные частицы представляют собой комплекс веществ органической и неорганической природы, твердой и жидкой консистенции, образующихся в результате неполного сгорания топлива и моторного масла, износа и коррозии двигателя, а также в результате процессов, происходящих с отработавшими газами в выпускной системе, устройствах для	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

	уменьшения выбросов (сажевых фильтрах, окислительных нейтрализаторах), и при смешивании с атмосферным воздухом. Материал дисперсных частиц подразделяется на 4 группы: - углеродную фракцию; - органическую фракцию; - фракцию сульфатов и нитратов; - фракцию неорганических примесей.	
20.	Экологические классы ДВС определяют уровень выбросов вредных веществ в атмосферу. Евро-0: До 1992 года, отсутствие норм по выбросам, наиболее “грязные” автомобили. Евро-1: Введен в 1992 году, первые ограничения по выбросам. Евро-2: Введен в 1995 году, ужесточение норм, уменьшение выбросов на 30-40% по сравнению с Евро-1. Евро-3: Введен в 1999 году, дальнейшее снижение выбросов на 30-40% по сравнению с Евро-2. Евро-4: Введен в 2005 году, еще более строгие нормы. Евро-5: Введен в 2009 году, значительное снижение выбросов. Евро-6: Введен в 2014 году, самые строгие нормы на сегодняшний день	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

ВАРИАНТ 2

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 1.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

За счет каких мероприятий возможно снижение токсичности ОГ ДВС?

- 1) повышение эффективности смесеобразования (улучшается качество распыливания).
- 2) повышение эффективности сгорания (снижаются выбросы продуктов сгорания).
- 3) использование альтернативных видов топлива (применение биотоплива, природного газа и водорода может значительно снизить выбросы вредных веществ по сравнению с традиционными бензином и дизелем).
- 4) оптимизация топливной смеси (современные системы управления двигателем обеспечивают точное дозирование топлива и воздуха, что способствует более полному сгоранию и снижению выбросов).
- 5) электронизация управления двигателем.

Ответ: 12345

Обоснование: 12345

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Повышение теплоиспользования является одним из перспективных путей снижения расхода топлива ДВС в эксплуатации и, соответственно, выбросов вредных веществ с ОГ. С какими факторами связывают повышение теплоиспользования в ДВС?

- 1) с уменьшением потерь тепла.
- 2) с оптимизацией процесса сгорания.
- 3) с рециркуляцией отработавших газов.
- 4) с использованием тепловых аккумуляторов.
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1234

Обоснование: 1) Уменьшение потерь тепла (это достигается за счет улучшения теплоизоляции и использования материалов, которые минимизируют теплопотери). 2) Оптимизация процесса сгорания (совершенствование конструкции камеры сгорания и системы впрыска топлива позволяет более эффективно использовать тепловую энергию). 3) Рециркуляция отработавших газов (эта технология помогает снизить температуру сгорания и уменьшить выбросы, что также способствует более эффективному использованию тепла). 4) Использование тепловых аккумуляторов (эти устройства сохраняют и повторно используют тепловую энергию, что повышает общую эффективность двигателя).

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие могут быть последствия от ухудшения экологической обстановки?

- 1) ухудшение здоровья человека (загрязнение воздуха, воды и почвы может привести к различным заболеваниям, таким как респираторные заболевания, сердечно-сосудистые проблемы, рак и другие хронические болезни).
- 2) разрушение экосистем и биоразнообразия (загрязнение и изменение климата могут разрушать экосистемы, приводить к вымиранию видов и снижению биоразнообразия. Это нарушает природные процессы и баланс в экосистемах).
- 3) климатические изменения (увеличение выбросов парниковых газов способствует глобальному потеплению, что приводит к изменению климата. Это может вызвать экстремальные погодные явления, такие как наводнения, засухи, ураганы и повышение уровня моря).
- 4) экономические последствия (ухудшение экологической обстановки может негативно сказаться на сельском хозяйстве, рыболовстве, туризме и других отраслях экономики. Это может привести к снижению доходов и увеличению расходов на здравоохранение и восстановление окружающей среды).
- 5) ухудшение качества жизни (загрязнение и ухудшение окружающей среды могут снизить качество жизни людей, делая города и населенные пункты менее пригодными для жизни).

Ответ: 12345

Обоснование: 12345

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие последствия могут возникнуть при снижении концентрации озона в атмосфере?

- 1) увеличение ультрафиолетового излучения (может вызвать рак кожи, катаракту и другие проблемы со здоровьем).
- 2) воздействие на экосистемы (УФ-излучение влияет на морские экосистемы, особенно на фитопланктон, который является основой морской пищевой цепи. Это может привести к снижению рыбных ресурсов и нарушению экосистем).
- 3) ухудшение в сельском хозяйстве (УФ-излучение может повредить сельскохозяйственные культуры, снижая их урожайность и качество).
- 4) разрушение материалов и конструкций (увеличение УФ-излучения может ускорить разрушение материалов, таких как пластик и резина и повреждению конструкций).

5) нет правильного ответа

Ответ: 1234

Обоснование: 1234

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 5.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие меры направлены на снижение выбросов вредных веществ в ДВС и улучшение экологической обстановки?

- 1) Каталитические нейтрализаторы
- 2) Системы рециркуляции выхлопных газов
- 3) Фильтры твердых частиц
- 4) Системы впрыска мочевины
- 5) все ответы верны.

Ответ: 5

Обоснование: 1) Каталитические нейтрализаторы (устанавливаются в выхлопной системе для преобразования вредных газов, таких как оксид углерода (CO), углеводороды (HC) и оксиды азота (NO_x), в менее вредные вещества, такие как углекислый газ (CO₂) и вода (H₂O)). 2) Системы рециркуляции выхлопных газов (эти системы возвращают часть выхлопных газов обратно в камеру сгорания, что снижает температуру сгорания и уменьшает образование оксидов азота (NO_x)). 3) Фильтры твердых частиц (используются в дизельных двигателях для улавливания и сжигания твердых частиц, что значительно снижает выбросы сажи и других твердых веществ). 4) Системы впрыска мочевины (в этих системах используется раствор мочевины, который впрыскивается в выхлопные газы, где он реагирует с оксидами азота (NO_x), превращая их в азот (N₂) и воду (H₂O)).

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 6.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Выберите термины, относящиеся к производству топлив нефтяного происхождения.

- 1) Риформинг
- 2) Изомеризация
- 3) Депарафинизация
- 4) Десульфуризация
- 5) все ответы верные.

Ответ: 5

Обоснование: 1) Риформинг (процесс преобразования низкооктановых углеводородов в высокооктановые, что улучшает качество бензина). 2) Изомеризация (преобразование нормальных парафинов в изопарафины для повышения октанового числа бензина). 3) Депарафинизация (удаление парафинов для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива). 4) Десульфуризация (удаление серы для снижения выбросов сернистых соединений при сгорании топлива)

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Выберите характеристики бензинов.

- 1) Октановое число (указывает на детонационную стойкость топлива. Чем выше октановое число, тем лучше топливо сопротивляется детонации).
- 2) плотность (обычно составляет 710-760 кг/м³)

- 3) Температура кипения (диапазон от 170 до 360 °С)
4) Состав (включает алканы (парафины), алкены (олефины) и ароматические соединения
5) все ответы верные.

Ответ: 5

Обоснование: все относятся к бензину

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 8.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Выберите характеристики дизельных топлив.

- 1) Цетановое число (показатель воспламеняемости топлива. Чем выше цетановое число, тем легче топливо воспламеняется. Летнее дизельное топливо имеет цетановое число 40-45, зимнее — 45-51, арктическое — 51-603).
2) Плотность (обычно составляет 830-860 кг/м³).
3) Температура кипения (в диапазоне от 170 до 360 °С).
4) Состав (включает парафины, ароматические углеводороды и нафтенy)
5) все ответы верные.

Ответ: 5

Обоснование: все относятся к дизтопливу

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

В какой последовательности осуществляется анализ биодизеля?

- 1) Отбор проб.
2) Определение физико-химических свойств.
3) Анализ состава.
4) Определение цетанового числа.
5) Фракционный анализ, оценка стабильности

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

В какой последовательности осуществляется анализ дизельного топлива?

- 1) Отбор проб (пробы топлива берутся из различных источников, таких как цистерны, резервуары на нефтебазах и АЗС).
2) Первичный анализ (проверка на соответствие составу и параметрам, указанным в сопроводительной документации. Это включает плотность, вязкость, цетановое число, содержание серы и других примесей).
3) Физико-химические испытания (определение параметров, таких как температура вспышки, температура застывания, фракционный состав, кинематическая вязкость и содержание воды).
4) Экологические показатели (оценка содержания ароматических углеводородов и других веществ, влияющих на экологические характеристики топлива).
5) Заключительный отчет (составление технического паспорта топлива с результатами всех проведенных испытаний).

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность работы ректификационной колонны.

1) Подача исходной смеси (исходная смесь нагревается и подается в колонну в виде пара или жидкости. Подача осуществляется в среднюю часть колонны, где начинается процесс разделения).

4) Испарение и конденсация (пары поднимаются вверх по колонне, где они многократно испаряются и конденсируются на тарелках или насадках. Легкокипящие компоненты поднимаются выше, а тяжелокипящие стекают вниз).

3) Орошение (флегма) (в верхней части колонны пары конденсируются в конденсаторе и возвращаются обратно на верхнюю тарелку в виде флегмы. Это обеспечивает постоянный контакт между паром и жидкостью, что улучшает разделение компонентов).

2) Отбор дистиллята (легкокипящие компоненты, обогащенные в верхней части колонны, отбираются в виде дистиллята. Часть дистиллята возвращается в колонну в виде флегмы для поддержания процесса).

5) Отбор остатка (тяжелокипящие компоненты, обогащенные в нижней части колонны, отбираются в виде остатка)

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	4	3	2	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Анализ бензинового топлива осуществляется в следующей последовательности:

1) Отбор проб, определение октанового числа.

2) Анализ углеводородного состава.

3) Определение содержания серы.

4) Измерение давления насыщенных паров.

5) Анализ содержания свинца и содержания смол.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие содержания этапов анализа бензинового топлива их названиям?

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Определение октанового числа	1	Проводится с помощью газовой хроматографии, что позволяет определить содержание различных углеводородов в топливе
Б	Анализ углеводородного состава	2	Оно определяется исследовательским или моторным методом, сравнивая образец с эталонным топливом
В	Определение содержания серы	3	Измеряется количество фактических смол, которые могут образовывать отложения в двигателе
Г	Измерение давления насыщенных паров	4	Содержание серы в топливе измеряется для оценки его коррозионных свойств и влияния на окружающую среду
		5	Этот параметр характеризует испаряемость топлива и его пусковые качества.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	4	5

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие содержания этапов анализа биотоплива их названиям?

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Определение физико-химических свойств	1	Определяется содержание моно-, ди- и полициклических ароматических углеводородов, а также серы и воды.
Б	Анализ состава	2	Измеряются плотность, вязкость, температура вспышки, температура застывания и помутнения.
В	Оценка стабильности	3	Определяется температура испарения различных фракций топлива, что влияет на его сгорание и токсичность выхлопов.
Г	Фракционный анализ	4	Этот параметр характеризует воспламеняемость топлива и его влияние на работу двигателя.
		5	Проверяется окислительная стабильность топлива, что важно для его длительного хранения

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	5	3

Задание на установление соответствия повышенный уровень

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие терминов.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Риформинг	1	удаление серы для снижения выбросов сернистых соединений при сгорании топлива
Б	Изомеризация	2	процесс преобразования низкооктановых углеводородов в высокооктановые, что улучшает качество бензина.
В	Депарафинизация	3	удаление парафинов для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива
Г	Десульфуризация	4	преобразование нормальных парафинов в изопарафины для повышения октанового числа бензина
		5	нефть нагревается и разделяется на фракции в зависимости от их температур кипения. Этот процесс позволяет получить различные продукты, такие как бензин, керосин, дизельное топливо и мазут.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	4	3	1

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Какие функции выполняют трехкомпонентные нейтрализаторы?

Ответ (решение): Трехкомпонентные нейтрализаторы одновременно выполняют три функции: окисление угарного газа (CO), окисление углеводородов (HC), восстановление оксидов азота (NOx) до азота (N₂) и кислорода (O₂)

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что относится к пятой группе токсичных выбросов ДВС?

Ответ (решение): Пятая группа токсичных веществ состоит из альдегидов (формальдегид 60 %, алифатические альдегиды 32 % и ароматические альдегиды 3% и др.). Формальдегиды обладают высокой токсичностью и резким неприятным запахом. Из алифатических альдегидов в ОГ автомобилей в основном содержится акролеин, представляющий собой прозрачную с желтоватым оттенком жидкость, обладающую неприятным резким запахом.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что относится к третьей группе токсичных выбросов ДВС?

Ответ (решение): В третью группу входят окислы азота, состоящие из окиси (NO) и двуокиси (NO_2) азота. Механизм и кинетика образования окислов азота объясняются результатами термической обратимой реакции азота воздуха под действием высокой температуры и давления в цилиндре двигателя. Причем по мере охлаждения ОГ и разбавления их воздухом окись азота окисляется дальше, превращаясь в двуокись, трехокись и четырехокись. На организм человека NO_2 действует как острый раздражитель, а $200-300 \text{ мг/м}^3$ опасно при кратковременном вдыхании, попадая в легкие и соединяясь с гемоглобином крови, вызывает отек легких. Под действием солнечной радиации окислы азота в присутствии углеводородов образуют фотохимические оксиданты или фотохимический смог.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что относится ко второй группе токсичных выбросов ДВС?

Ответ (решение): Во вторую группу входит окись углерода (CO), присутствие которого в больших количествах характерно для ОГ бензиновых двигателей. Согласно теории цепного окисления углеводородов, окись углерода образуется в цилиндре двигателя в качестве промежуточного продукта превращения и разложения альдегидов, получающихся в стадии холодно-пламенного процесса, предшествующего процессу основного горения. Механизм токсического действия окиси углерода, определяется его способностью соединяться с гемоглобином крови, лишая ткани тела кислорода.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что относится к первой группе токсичных выбросов ДВС?

Ответ (решение): Первую группу составляют нетоксичные вещества: азот, кислород, водяной пар, а также углекислый газ, содержание которого не достигает уровня, вредного для человека. Однако по мнению ученых чрезмерное его содержание в составе атмосферного может привести к глобальным природным изменениям. Шестую группу вредных компонентов составляет сажа, которая характерна для дизелей. Она способна адсорбировать канцерогены, содержащиеся в ОГ.

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 2

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи

2.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
9.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
10.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11.	14325	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
12.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
13.	A2B1B4Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
14.	A2B1B5Г3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
15.	A2B4B3Г1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
16.	Трехкомпонентные нейтрализаторы одновременно выполняют три функции: окисление угарного газа (CO), окисление углеводородов (HC), восстановление оксидов азота (NO _x) до азота (N ₂) и кислорода (O ₂)	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
17.	Пятая группа токсичных веществ состоит из альдегидов (формальдегид 60 %, алифатические альдегиды 32 % и ароматические альдегиды 3%и др.). Формальдегиды обладают высокой токсичностью и резким неприятным запахом. Из алифатических альдегидов в ОГ автомобилей в основном содержится акролеин, представляющий собой прозрачную с желтоватым оттенком жидкость, обладающую неприятным резким запахом.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
18.	В третью группу входят окислы азота, состоящие из окиси (NO) и двуокиси (NO ₂) азота. Механизм и кинетика образования окислов азота объясняются результатами термической обратимой реакции азота воздуха под действием высокой температуры и давления в цилиндре двигателя. Причем по мере охлаждения ОГ и разбавления их воздухом окись азота окисляется дальше, превращаясь в двуокись, трехокись и четырехокись. На организм человека NO ₂ действует как острый раздражитель, а 200-300мг/м ³ опасно при кратковременном вдыхании, попадая в легкие и соединяясь с гемоглобином крови, вызывает отек легких. Под действием солнечной радиации окислы азота в присутствии	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

	углеводородов образуют фотохимические оксиданты или фотохимический смог.	
19.	Во вторую группу входит окись углерода (CO), присутствие которого в больших количествах характерно для ОГ бензиновых двигателей. Согласно теории цепного окисления углеводородов, окись углерода образуется в цилиндре двигателя в качестве промежуточного продукта превращения и разложения альдегидов, получающихся в стадии холодно-пламенного процесса, предшествующего процессу основного горения. Механизм токсического действия окиси углерода, определяется его способностью соединяясь с гемоглобином крови, лишая ткани тела кислорода	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
20.	Первую группу составляют нетоксичные вещества: азот, кислород, водяной пар, а также углекислый газ, содержание которого не достигает уровня, вредного для человека. Однако по мнению ученых чрезмерное его содержание в составе атмосферного может привести к глобальным природным изменениям. Шестую группу вредных компонентов составляет сажа, которая характерна для дизелей. Она способна адсорбировать канцерогены, содержащиеся в ОГ.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Методы улучшения экологических характеристик двигателей внутреннего сгорания»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-5. Способность эффективно участвовать в	Базовый	знать основные источники ухудшения экологических показателей ДВС, и методы их устранения.

Основной	программах освоения новой продукции и технологии	Повышенный	уметь разрабатывать методы улучшения экологических показателей ДВС, владеть навыками по использованию различных способов улучшения показателей двигателей путем применения альтернативных топлив, систем нейтрализации, определять состав и дымность ОГ и характеристики альтернативных топлив: плотность, вязкость, температуру вспышки, фракционный состав, температуры помутнения и кристаллизации и т. д.
Заключительный		Высокий	владеть навыками использования различных способов улучшения показателей двигателей путем применения альтернативных топлив, систем нейтрализации.

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ПК-5	Способность эффективно участвовать в программах освоения новой продукции и технологии	ПК-5.2. Проводит анализ и обобщение данных в соответствии с задачами темы.	Тема 1 Пути улучшения экологических характеристик ДВС. Основные конструкции нейтрализаторов отработавших газов двигателей. Тема 2 Нейтрализация оксидов азота ОГ. Использование аммиака как восстановителя; использования мочевины как восстановителя, использование других восстановителей. Тема 3 Рециркуляция отработавших газов, как средство снижения оксидов азота. Тема 4 Снижение выбросов дисперсных частиц (ДЧ). Улавливание дисперсных частиц в электрокаталитическом фильтре. Каталитическая регенерация дисперсных частиц. Тема 5 Определение характеристик ДЧ. Устройства для замера дымности ОГ. Замер дисперсности ДЧ ОГ. Методика определения углеродной фракции ДЧ. Тема 6 Методика определения металлов в ДЧ. Диагностирование систем нейтрализации.	Начальный, основной, заключительный 3

				Кислородные датчики. Тема 7 Пути снижения выбросов парниковых газов с ОГ ДВС. Общие пути снижения парниковых газов. Тема 8 Улучшение экологических характеристик двигателей при использовании биотоплив.	
--	--	--	--	--	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-5	ПК-5.2. Проводит анализ и обобщение данных в соответствии с задачами темы.	знать основные источники ухудшения экологических показателей ДВС, и методы их устранения. уметь разрабатывать методы улучшения экологических показателей ДВС, владеть навыками по использованию различных способов улучшения показателей двигателей путем применения альтернативных топлив, систем нейтрализации, определять состав и дымность ОГ и характеристики альтернативных топлив: плотность, вязкость, температуру вспышки, фракционный состав, температуры помутнения и кристаллизации и т. д. владеть навыками использования различных способов улучшения показателей двигателей путем применения альтернативных топлив, систем нейтрализации.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8	Практическая работа, лабораторная работа, контрольная работа

Оценочные средства по дисциплине
 «Методы улучшения экологических характеристик двигателей внутреннего сгорания»

Вопросы при защите практических работ (базовый уровень):

1. Дайте определение плотности?
2. В каких единицах измеряется плотность?
3. Как влияет увеличение температуры окружающей среды на плотность?
4. Как изменяется плотность топливной смеси БТ с ДТ с увеличением доли БТ?
5. Дайте определение вязкости.
6. В каких единицах измеряется вязкость?
7. Как влияет увеличение температуры окружающей среды на вязкость?
8. Дайте определение теплоты сгорания топливной смеси?
9. Дайте определение высшей теплоты сгорания топливной смеси?
10. Дайте определение низшей теплоты сгорания топливной смеси?
11. Как влияет увеличение водяных паров в продуктах сгорания на низшую теплоту сгорания?
12. Как изменяется низшая теплота сгорания топливной смеси при увеличении доли БТ в смеси?
13. Дайте определение плотности?
14. Какие меры безопасности предусмотрены при работе с метанолом?
15. Как изменяется плотность топливной смеси БТ с CH_3OH с увеличением доли метанола?
16. Как производят расчет плотности топливной смеси биодизеля и дизельного топлива?
17. Как производят расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и дизельного топлива?
18. Как произвести расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с дизельным топливом?
19. Методика расчета плотности топливной смеси биодизеля и метанола.
20. Методика расчета кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и метанола.
21. Расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с метанолом.

Выполняется в соответствии с методическими указаниями к практическим занятиям по курсу «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» (для студентов направления подготовки 13.03.03. «Двигатели внутреннего сгорания») / Сост.: И. П. Васильев. - Луганск, Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018.- 23 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Практическая работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)
4	Практическая работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)
3	Практическая работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)
2	Практическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

Вопросы при защите лабораторных работ (базовый уровень):

1. Какое влияние температуры на плотность биодизеля?
2. Какое влияние температуры на плотность ДТ?

3. Нарисовать схему для определения влияния температуры на плотность ДТ.
4. Нарисовать схему для определения влияния температуры на плотность биодизеля.
5. Какое влияние температуры на вязкость биодизеля?
6. Какое влияние температуры на вязкость ДТ?
7. Определение температуры вспышки ДТ в закрытом тигле, методика определения?
8. Схема определения температуры вспышки ДТ в открытом тигле, методика определения?
9. Методика определения температуры помутнения?
10. Методика определения температуры начала кристаллизации?
11. Методика определения температуры застывания?
12. Методика определение фракционного состава бензина?
13. Методика определение фракционного состава ДТ?
14. Методика определение фракционного состава биодизеля?
15. Предоставить схему определение фракционного состава биодизеля?
16. Предоставить схему определения температуры начала кристаллизации?
17. Предоставить схему определения температуры застывания?
18. Что является критерием застывания?
19. Предоставить схему определения температуры помутнения?
20. Что является критерием помутнения?

Выполняется в соответствии с методическими указаниями к лабораторным работам по курсу «Методы улучшения экологических характеристик двигателей внутреннего сгорания» Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» (для студентов специальности «Двигатели внутреннего сгорания») /Сост.: И. П. Васильев. - Луганск, Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2017.- 33 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Практическая работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)
4	Практическая работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)
3	Практическая работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)
2	Практическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

Вопросы к контрольной работе (базовый уровень):

1. Физические и химические методы определения составов отработавших газов.
2. Модели газоанализаторов отработавших газов.
3. Методы определения дымности отработавших газов.
4. Модели дымомеров (денситомеров).
5. Модели сажемеров и их отличие от дымомеров.
6. Единицы измерения отработавших газов в газовых анализаторах, дымомерах, сажемерах.
7. Методы определения твердых частиц (ТЧ) и полимерных ароматических углеводородов (ПАУ) в отработавших газах.

8. Методы измерения содержания оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями по ГОСТ Р 52033-2003.
9. Метод измерения дымности в отработавших газах автомобилей с дизельными двигателями по ГОСТ Р 52160-2003.
10. Определение состава отработавших газов бензиновых двигателей по ездовым циклам.
11. Глобальные экологические принципы совершенствования процессов по защите и восстановлению окружающей среды.
12. Совершенствование топливных систем двигателей автомобилей.
13. Повышение и обеспечение в эксплуатации требований к экологической безопасности автомобилей.
14. Экология бензинов и бензины с улучшенными экологическими показателями.
15. Экология дизельных топлив и дизельные топлива с улучшенными экологическими показателями.
16. Источники образования вредных и токсичных веществ. Химический состав вредных и токсичных компонентов.
17. Уменьшение токсичности отработавших газов путем их нейтрализации.
18. Нормирование экологических показателей автотранспортных средств. Правила ЕЭК ООН. Категории норм ЕВРО и ГОСТы.
19. Выбросы токсичных компонентов в транспортном потоке.
20. Уменьшение токсичности отработавших газов путем совершенствования систем зажигания и подачи топлива.
21. Расхода топлива и выброс токсичных компонентов отработавших газов. Дополнительный расход топлива. Пути снижения расхода топлива.
22. Токсичность отработавших газов и перспективные транспортные двигатели.
23. Химический состав отработавшего газа. Вредные и токсичные компоненты.
24. Уменьшение токсичности отработавших газов путем их нейтрализации.
25. Электромагнитное излучение. Первичные и вторичные источники электромагнитного излучения от автомобиля. Пути снижения вредного воздействия электромагнитного излучения.
26. Общий, удельный и дополнительный расход топлива. Пути снижения расхода топлива.
27. Перспективность использования не поршневых транспортных двигателей для снижения токсичности отработавших газов. Преимущества и недостатки.

Задачи (повышенный уровень).

1. Определить плотность топливной смеси биодизеля с дизельным топливом заданного состава.

Состав	Вариант 1			
Содержание ДТ, мас. %	95	70	50	15
Содержание биодизеля, мас. %	5	30	50	85
ρ^{TC} , г/см ³	0,834	0,847	0,858	0,877

Решение:

Для каждого заданного состава топливной смеси рассчитывается плотность согласно формуле (1):

$$\begin{aligned}
 \rho_1^{TC} &= (5 \cdot 0,885 + (100 - 5) \cdot 0,831) / 100 = 0,834 \text{ г/см}^3, \\
 \rho_2^{TC} &= (30 \cdot 0,885 + (100 - 30) \cdot 0,831) / 100 = 0,847 \text{ г/см}^3, \\
 \rho_3^{TC} &= (50 \cdot 0,885 + (100 - 50) \cdot 0,831) / 100 = 0,858 \text{ г/см}^3, \\
 \rho_4^{TC} &= (85 \cdot 0,885 + (100 - 85) \cdot 0,831) / 100 = 0,877 \text{ г/см}^3.
 \end{aligned}$$

2. Выявить зависимость изменения плотности топливной смеси от содержания биодизеля в смеси и получить уравнение, описывающее эту зависимость.

Решение:

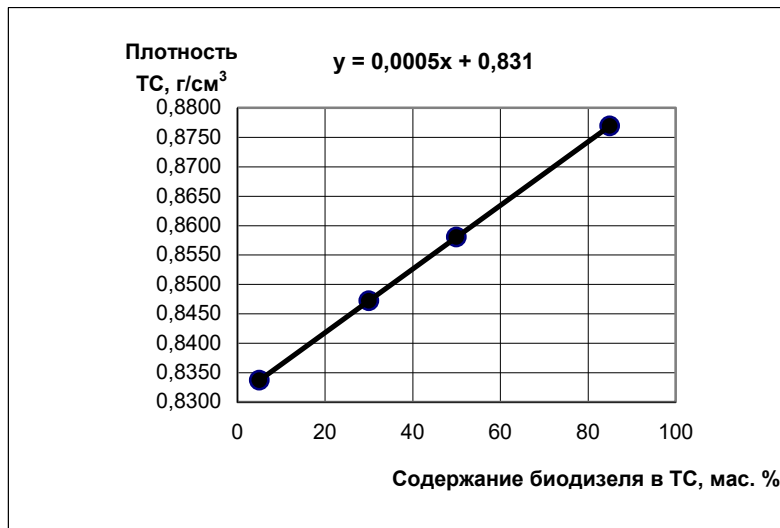


Рис. 1. Зависимость изменения плотности топливной смеси из биодизеля и дизельного топлива от содержания биодизеля

3. Определить вязкость топливной смеси биодизеля с дизельным топливом заданного состава. Сравнить расчетное значение смеси с экспериментальным.

Состав	Вариант 1
Содержание ДТ, мас. %	90
Содержание биодизеля, мас. %	10
$\nu_{\text{экс}}^{\text{ТС}}$, мм ² /с (экспериментальное значение)	6,84

Решение :

$$\nu^{\text{ТС}} = (G_{\text{БИО}} \cdot \nu_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \nu_{\text{ДТ}} - K \cdot (\nu_{\text{БИО}} - \nu_{\text{ДТ}})) / 100 =$$

$$\nu_{\text{расч}}^{\text{ТС}} = (90 \cdot 7,62 + (100 - 90) \cdot 3,9 - 15,1 \cdot (7,62 - 3,9)) / 100 = 5,9 \text{ мм}^2/\text{с}.$$

где $G_{\text{БИО}}$ – массовая доля биодизеля в топливной смеси;

$\nu_{\text{БИО}}$ - вязкость биодизеля (7,62 мм²/с);

$\nu_{\text{ДТ}}$ - вязкость дизельного топлива (3,9 мм²/с);

K –коэффициент для определенного состава.

Далее оценивается отличие расчетного от экспериментальных значений вязкости:

$$\eta = \frac{\nu_{\text{экс}}^{\text{ТС}} - \nu_{\text{расч}}^{\text{ТС}}}{\nu_{\text{экс}}^{\text{ТС}}} 100 = \frac{6,84 - 5,9}{6,84} 100 = 13,7 \%$$

4. Определить низшую теплоту сгорания топливной смеси, состоящей из 10 мас. % биодизеля и 90 мас. % дизельного топлива (состав смеси берется из таблицы исходных данных) по формуле Д. И. Менделеева и по заданным значениям низшей теплоты сгорания биодизеля и дизельного топлива.

Состав данной топливной смеси: C= 0,86 мас. %, H= 0,1254 мас. %, O= 0,0146 мас. %, S= 0 мас. %, W= 1,13 мас. %. Низшая теплота сгорания биодизеля 37200 кДж/кг, дизельного топлива 42700 кДж/кг.

Согласно формуле:

$$Q_{\text{в}}^{\text{ТС1}} = 33913 \cdot C + 102995 \cdot H - 10885 \cdot (O - S) =$$

$$33913 \cdot 0,86 + 102995 \cdot 0,1254 + 10885 \cdot (0,0146 - 0) = 41992 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_{\text{н}}^{\text{ТС1}} = Q_{\text{в}}^{\text{ТС1}} - 2512 \cdot W = 41992 - 2512 \cdot 1,13 = 39083 \text{ кДж/кг}$$

Согласно формуле:

$$Q_n^{TC2} = N_{\text{БИО}} \cdot Q_n^{\text{БИО}} + (1 - N_{\text{БИО}}) \cdot Q_n^{\text{ДТ}} =$$

$$0,1 \cdot 37200 + (1 - 0,2) \cdot 42700 = 42118 \text{ кДж/кг}$$

Далее оценивается отличие в показаниях по формуле:

$$\eta = \frac{Q_n^{TC2} - Q_n^{TC1}}{Q_n^{TC2}} 100 = \frac{42118 - 39083}{42118} 100 = 7,2 \%$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100 % вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89 % вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74 % вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50 %)

Индивидуальное задание (высокий уровень):

Тема 1. Расчет плотности топливной смеси биодизеля и дизельного топлива.

Задание. Определить плотности топливной смеси биодизеля с дизельным топливом заданного состава. Выявить зависимость изменения плотности топливной смеси от содержания биодизеля в смеси и получить уравнение, описывающее эту зависимость.

Общие положения. Плотность топлив, или массы единицы объема, оценивают килограммами на кубический метр (кг/м^3). На практике применяют и другие единицы измерения кг/л и г/см^3 . Поскольку плотность связана с объемом, она сильно зависит от температуры: при повышении температуры уменьшается, а при снижении возрастает. Плотность практически линейно возрастает с уменьшением температуры. Согласно ГОСТу 3900-85 определение плотности производится при 20°C .

Для топливных смесей плотность биодизеля с дизельным топливом подсчитывается по формуле:

$$\rho^{TC} = (G_{\text{БИО}} \cdot \rho_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \rho_{\text{ДТ}}) / 100, \quad (1)$$

где $G_{\text{БИО}}$ – массовая доля биодизеля в топливной смеси;

$\rho_{\text{БИО}}$ – плотность биодизеля ($0,885 \text{ г/см}^3$);

$\rho_{\text{ДТ}}$ – плотность дизельного топлива ($0,831 \text{ г/см}^3$);

Пример: Построить график изменения плотности топливной смеси от содержания биодизеля следующих составов:

Состав	Вариант 1			
Содержание ДТ, мас. %	95	70	50	15
Содержание биодизеля, мас. %	5	30	50	85
ρ^{TC} , г/см^3	0,834	0,847	0,858	0,877

Для каждого заданного состава топливной смеси рассчитывается плотность согласно формуле (1):

$$\rho_1^{TC} = (5 \cdot 0,885 + (100 - 5) \cdot 0,831) / 100 = 0,834 \text{ г/см}^3,$$

$$\rho_2^{TC} = (30 \cdot 0,885 + (100 - 30) \cdot 0,831) / 100 = 0,847 \text{ г/см}^3,$$

$$\rho_3^{\text{TC}} = (50 \cdot 0,885 + (100 - 50) \cdot 0,831)/100 = 0,858 \text{ г/см}^3,$$

$$\rho_4^{\text{TC}} = (85 \cdot 0,885 + (100 - 85) \cdot 0,831)/100 = 0,877 \text{ г/см}^3.$$

Далее на компьютере в Excel строится график и определяется уравнение линейного вида (рис. 1).

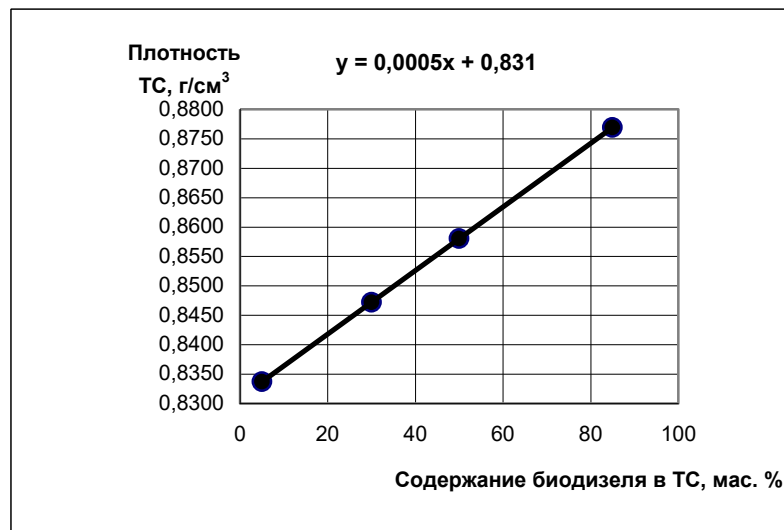


Рис. 1. Зависимость изменения плотности топливной смеси из биодизеля и дизельного топлива от содержания биодизеля

Исходные данные для расчета индивидуального задания

Вариант	Составы топливной смеси (дизельное топливо:биодизель), мас. %			
1	95:5	70:30	50:50	15:85
2	90:10	75:25	55:45	5:95
3	85:15	80:20	60:40	10:90
4	80:20	85:15	65:45	20:80
5	75:25	90:10	70:30	25:75
6	95:5	70:30	50:50	30:70
8	90:10	75:25	55:45	35:65
9	85:15	80:20	60:40	40:60
10	80:20	85:15	65:45	45:55
11	91:9	71:29	49:51	16:84
12	92:8	76:24	56:44	7:93
13	86:14	81:19	63:37	10:90
14	81:19	86:14	65:45	23:77
15	74:26	87:13	78:22	27:73
16	96:4	72:28	46:54	30:70
17	89:11	77:23	57:43	36:64

Тема 2. Расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и дизельного топлива

Задание. Определить вязкость топливной смеси биодизеля с дизельным топливом заданного состава. Сравнить расчетное значение смеси с экспериментальным.

Общие положения.

Вязкость является одним из основных параметров, характеризующих эксплуатационные свойства топлива. По ней возможно судить о качестве распыла топлива и его испарения в двигателях, о дальнотойности факела топлива в дизелях.

Вязкость определяется внутренним трением жидкости, т.е. трением, возникающим между молекулами жидкости при перемещении их под влиянием внешних сил.

Величина вязкости может быть выражена в единицах динамической, кинематической, удельной вязкости и в условных единицах градусах Энглера (°Е).

Если в жидкости взять два слоя площадью в 1 см^2 , отстоящие друг от друга на расстоянии 1 см , и сдвинуть один слой относительно другого со скоростью 1 см/с , то сила сопротивления, которую окажет при этом жидкость, выраженная в динах, будет являться динамической вязкостью.

Вязкость жидкости, сопротивляющейся такому передвижению с силой, равной одной дина, принята за единицу динамической вязкости.

Динамическая вязкость в единицах международной системы СИ имеет размерность: $\text{н} \cdot \text{с/м}^2$ или $\text{Па} \cdot \text{с}$ ($1 \text{ П} = 0,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$).

Кинематической вязкостью называется отношение динамической вязкости к плотности жидкости при той же температуре. Единица кинематической вязкости называется в системе CGS стоксом (Ст). Размерность стокса $\text{см}^2/\text{с}$. Сотая часть стокса называется сантистоксом. В системе СИ и MKS кинематическая вязкость имеет размерность $\text{м}^2/\text{с}$ ($1 \text{ Ст} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$).

Вязкость смесей не отвечает условиям аддитивности, поэтому расчет ведется по специальной формуле из источника [4]:

$$\nu^{\text{ТС}} = (G_{\text{БИО}} \cdot \nu_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \nu_{\text{ДТ}} - K \cdot (\nu_{\text{БИО}} - \nu_{\text{ДТ}})) / 100, \quad (2)$$

где $G_{\text{БИО}}$ – массовая доля биодизеля в топливной смеси;

$\nu_{\text{БИО}}$ – вязкость биодизеля ($7,62 \text{ мм}^2/\text{с}$);

$\nu_{\text{ДТ}}$ – вязкость дизельного топлива ($3,9 \text{ мм}^2/\text{с}$);

K – коэффициент для определенного состава.

Пример: Определить вязкости топливной смеси и сравнить с экспериментальным значением:

Состав	Вариант 1
Содержание ДТ, мас. %	90
Содержание биодизеля, мас. %	10
$\nu_{\text{экс}}^{\text{ТС}}$, $\text{мм}^2/\text{с}$ (экспериментальное значение)	6,84

Для каждого заданного состава топливной смеси рассчитывается плотность согласно формуле (2):

$$\nu_{\text{расч}}^{\text{ТС}} = (90 \cdot 7,62 + (100 - 90) \cdot 3,9 - 15,1 \cdot (7,62 - 3,9)) / 100 = 5,9 \text{ мм}^2/\text{с}.$$

Далее оценивается отличие расчетного от экспериментального значений вязкости:

$$\eta = \frac{\nu_{\text{экс}}^{\text{ТС}} - \nu_{\text{расч}}^{\text{ТС}}}{\nu_{\text{экс}}^{\text{ТС}}} 100 = \frac{6,84 - 5,9}{6,84} 100 = 13,7 \%$$

Контрольные вопросы и задания.

1. Дайте определение вязкости.
2. В каких единицах измеряется вязкость?
3. Как влияет увеличение температуры окружающей среды на вязкость?

Исходные данные для расчета индивидуального задания

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Содержание ДТ, мас. %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Содержание биодизеля, мас. %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Вязкость измеренная, $\text{мм}^2/\text{с}^2$	7,62	6,84	6,46	6,04	5,64	5,04	4,98	4,69	4,38	4,22	3,90

Коэффициенты	0	17, 0	25,0	28,2	27,9	25,5	22,1	17,9	13,1	15,1	15, 2
--------------	---	----------	------	------	------	------	------	------	------	------	----------

Тема 3. Расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с дизельным топливом

Задание. Определить низшую теплоту сгорания смеси биодизеля с дизельным топливом заданного состава двумя способами и определить отличие. Выявить зависимость изменения теплоты сгорания топливной смеси от содержания биодизеля в смеси.

Общие положения. Теплотой сгорания топлива называют количество теплоты, выделившейся при полном сгорании топлива. Различают высшую и низшую теплоту сгорания. При определении высшей теплоты сгорания учитывают теплоту, которая выделяется при конденсации воды, содержащейся в топливе и получаемой от сгорания водорода, находящегося в топливе. Величину низшей теплоты сгорания определяют без учета количества теплоты, выделяющейся при конденсации воды. В расчетах двигателей внутреннего сгорания обычно принимают низшую теплоту сгорания, так как пары воды в цилиндре двигателя не конденсируются.

Высшая теплота сгорания углеводородных топлив (кДж/кг) определяется по формуле Д. И. Менделеева:

$$Q_v^{TC} = 33913 \cdot C + 102995 \cdot H - 10885 \cdot (O - S). \quad (3)$$

Низшая теплота сгорания по формуле:

$$Q_n^{TC} = Q_v^{TC} - 2512 \cdot W, \quad (4)$$

где C, H, O, S - массовые доли в топливе углерода, водорода, кислорода и серы ($C + H + O + S = 1$).

W – количество водяных паров в продуктах сгорания 1 кг топлива. На превращение 1 кг воды в пар затрачивается примерно 2512 кДж.

Если известна низшая теплота сгорания реагентов смеси топлива, то низшая теплота сгорания топливной смеси, состоящей из смеси биодизеля (БИО) и дизельного топлива (ДТ) рассчитывается по формуле:

$$Q_n^{TC} = G_{\text{БИО}} \cdot Q_n^{\text{БИО}} + (1 - G_{\text{БИО}}) \cdot Q_n^{\text{ДТ}}, \quad (5)$$

где $G_{\text{БИО}}$ – массовая доля биодизеля в топливной смеси;

$Q_n^{\text{БИО}}$ – низшая теплота сгорания биодизеля (37200 кДж/кг);

$Q_n^{\text{ДТ}}$ – низшая теплота сгорания дизельного топлива (42700 кДж/кг).

Следует учитывать, что $N_{\text{БИО}}$ является массовой долей топливной смеси. Смесь обычно приготавливают объемным способом и при расчетах необходимо переводить объемные доли в массовые. В этом случае для одного литра топливной смеси низшая теплота сгорания рассчитывается по формуле:

$$Q_n^{TC} = (V_{\text{БИО}} \cdot \rho_{\text{БИО}} \cdot Q_n^{\text{БИО}} + (1 - V_{\text{БИО}}) \cdot \rho_{\text{ДТ}} \cdot Q_n^{\text{ДТ}}) / \rho_{\text{ТС}}, \quad (6)$$

где $V_{\text{БИО}}$ – объемная доля биодизеля в топливной смеси;

$\rho_{\text{БИО}}$ - плотность биодизеля (0,885 г/ см³);

$\rho_{\text{ДТ}}$ - плотность дизельного топлива (0,83 г/ см³);

$\rho_{\text{ТС}}$ - плотность топливной смеси, г/ см³.

Плотность топливной смеси определяется по формуле согласно лабораторной работе №1:

$$\rho^{TC} = (V_{\text{БИО}} \cdot \rho_{\text{БИО}} + (1 - V_{\text{БИО}}) \cdot \rho_{\text{ДТ}}) \quad (1)$$

Пример: Определить низшую теплоту сгорания топливной смеси, состоящей из 10 мас. % биодизеля и 90 мас. % дизельного топлива (состав смеси берется из таблицы исходных данных) по формуле Д. И. Менделеева и по заданным значениям низшей теплоты сгорания биодизеля и дизельного топлива.

Состав данной топливной смеси: C= 0,86 мас. %, H= 0,1254 мас. %, O= 0,0146 мас. %, S= 0 мас. %, W= 1,13 мас. %. Низшая теплота сгорания биодизеля 37200 кДж/кг, дизельного топлива 42700 кДж/кг.

Согласно формуле:

$$\begin{aligned} Q_{\text{в}}^{\text{TC1}} &= 33913 \cdot C + 102995 \cdot H - 10885 \cdot (O - S) = \\ &= 33913 \cdot 0,86 + 102995 \cdot 0,1254 + 10885 \cdot (0,0146 - 0) = 41992 \text{ кДж/кг} \\ Q_{\text{н}}^{\text{TC1}} &= Q_{\text{в}}^{\text{TC1}} - 2512 \cdot W = 41992 - 2512 \cdot 1,13 = 39083 \text{ кДж/кг} \end{aligned}$$

Согласно формуле:

$$\begin{aligned} Q_{\text{н}}^{\text{TC2}} &= N_{\text{БИО}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{БИО}} + (1 - N_{\text{БИО}}) \cdot Q_{\text{н}}^{\text{ДТ}} = \\ &= 0,1 \cdot 37200 + (1 - 0,1) \cdot 42700 = 42118 \text{ кДж/кг} \end{aligned}$$

Далее оценивается отличие в показаниях по формуле:

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}}^{\text{TC2}} - Q_{\text{н}}^{\text{TC1}}}{Q_{\text{н}}^{\text{TC2}}} \cdot 100 = \frac{42118 - 39083}{42118} \cdot 100 = 7,2 \%$$

По формуле 5 подсчитать изменение низшей теплоты сгорания от содержания биодизеля в топливной смеси и построить график.

Исходные данные для расчета индивидуального задания

Содержание ДТ, мас. %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Содержание биодизеля, мас. %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Состав топлива С	0,77	0,780	0,790	0,80	0,810	0,820	0,830	0,840	0,850	0,860	0,87
H	0,12	0,1206	0,1212	0,1218	0,1224	0,1230	0,1236	0,1242	0,1248	0,1254	0,1260
O	0,11	0,0994	0,0888	0,0782	0,0676	0,0570	0,0464	0,0358	0,0252	0,0146	0,0040
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сумма	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
H ₂ O	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13

Выполняется в соответствии с методическими указаниями к практическим занятиям по дисциплине Методические указания к практическим занятиям по курсу «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» (для студентов направления подготовки 13.04.03 «Двигатели внутреннего сгорания») / Сост.: И. П. Васильев. - Луганск, Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018.- 23 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству индивидуальное задание

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание представлено на высоком уровне (студент полностью представил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста полностью соответствует требованиям оформления технического текста
4	Задание представлено на среднем уровне (студент в целом изложил рассматриваемую проблематику, привел мало аргументов в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). Изложение и оформление текста в основном соответствует требованиям оформления технического текста
3	Задание представлено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста частично соответствует требованиям оформления технического текста
2	Задание представлено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.). Изложение и оформление текста полностью не соответствует требованиям оформлению технического текста

Вопросы по оценочному средству промежуточной аттестации (зачет):

1. Изучение нормативных документов: ГОСТы 18509-88, 14846-81, 17.2.2.01-84, 17.2.2.02-84, 17.2.2.03-87, 17.2.2.05-86.
2. Изучение европейского ездового цикла.
3. Изучение американского ездового цикла.
4. Знакомство с техникой безопасности при испытаниях двигателей.
5. Проведение обзора по нагрузочным устройствам.
6. Замер температуры деталей камеры сгорания.
7. Методы замера температуры поршней.
8. Методы замера температуры подвижных деталей двигателя.
9. Способы снижения токсичности отработавших газов ДВС путем регулирования параметров двигателя.
10. Способы снижения выделения вредных веществ с отработавшими газами путем применения нейтрализаторов.
11. Способы снижения дымности отработавших газов дизелей.
12. Замер температуры в системе нейтрализации отработавших газов дизеля.
13. Регулировка температурного состояния дизеля.
14. Влияние температурного состояния двигателя на его параметры.
15. Способы замера расхода воздуха.
16. Способы замера расхода топлива.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточной аттестации (зачет)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Письменная работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)

4	Письменная работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)
3	Письменная работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)
2	Письменная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
- продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			