

**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.
05 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«РАБОТА ДВИГАТЕЛЕЙ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВАХ»

По направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания»

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Работа двигателей на альтернативных топливах» по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» – 44 с.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Работа двигателей на альтернативных топливах» 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.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Васильев И.П.

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

« 12 » 04 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой _____ А.А. Данилейченко

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

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики

« 14 » 04 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической
комиссии института



Е.И. Иванова

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель: изучить процессы получения топлив из нефти и другого сырья.

Задачами является получение комплекса знаний, которые позволяют оценить характеристики топлив и биотоплив, масел и биомасел для обеспечения необходимых показателей двигателей.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Работа двигателей на альтернативных топливах» относится к дисциплинам по выбору и части, формируемой участниками образовательных отношений.

Основывается на базе дисциплин: химмотология, химия, экология, теория поршневых двигателей.

Является основой для изучения следующих дисциплин: современные проблемы науки и производства в энергетическом машиностроении, двигатели специального назначения.

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

ПК-6. Способность оценивать техническое состояние объектов профессиональной деятельности, анализировать и разрабатывать рекомендации по дальнейшей эксплуатации.	ПК-6.1. Планирует испытания и исследования объектов профессиональной деятельности	знать процессы получения топлив из различных альтернативных топлив и других источников, современные методы исследования и анализа альтернативных топлив; уметь анализировать, систематизировать и прогнозировать использование альтернативных топлив; владеть навыками анализа сырья и приготовления из него топлив для ДВС, определять характеристики топлив, знать о технологии получения топлив из различного альтернативного сырья.
--	---	---

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)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	56	24
Лекции	14	8
Семинарские занятия		
Практические занятия	28	8
Лабораторные работы	14	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, индивидуальное задание и т.п.)		
Самостоятельная работа студента (всего)	88	120
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Задачи курса. Тенденция потребления топлив. Альтернативные топлива. Классификация топлив. Общие принципы получения и использования альтернативных топлив и смазочных масел.

2. Уголь, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.

3. Природный газ, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
4. Биогаз, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
5. Синтезгаз, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. получение синтез-газа по реакции Фишера – Тропша.
6. Аммиак, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
7. Метанол, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
8. Этанол, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
9. Биодизельное топливо, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
10. Рапсовое масло, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
11. Диметиловый эфир, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
12. Электричество, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования, экологические показатели.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Задачи курса. Тенденция потребления топлив. Альтернативные топлив. Классификация топлив. Общие принципы получение и использования альтернативных топлив и смазочных масел.	1	2
2	Уголь, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	1	
3	Природный газ, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	1	
4	Биогаз, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	1	2
5	Синтезгаз, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. получение синтез-газа по реакции Фишера – Тропша.	1	
6	Аммиак, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	1	
7	Метанол, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	1	2
8	Этанол, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	1	
9	Биодизельное топливо, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	2	
10	Рапсовое масло, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	1	2
11	Диметиловый эфир, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	1	

12	Электричество, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования, экологические показатели.	2	
Итого:		14	8

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		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	1
4	Расчет плотности топливной смеси биодизеля и скипидара	4	2
5	Расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и скипидара	5	1
6	Расчет плотности топливной смеси биодизеля и метанола	4	1
Итого:		28	8

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Влияние температуры на плотность ДТ и биодизеля	2	1
2	Влияние температуры на вязкость ДТ и биодизеля	2	1
3	Определение температуры вспышки ДТ в закрытом тигле	2	1
4	Определение температуры вспышки биодизеля в закрытом тигле	3	1
5	Определение температуры помутнения, начала кристаллизации и застывания различных топлив	2	2
6	Определение фракционного состава бензина, ДТ и биодизеля	3	2
Итого:		14	8

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Уголь, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	Подготовка к аудиторным занятиям	7	11
2	Природный газ, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	Подготовка к аудиторным занятиям	7	11
3	Биогаз, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	Подготовка к аудиторным занятиям	8	11
4	Синтезгаз, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. получение синтез-газа по реакции Фишера – Тропша.	Подготовка к аудиторным занятиям	8	11

5	Метанол, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	Подготовка к аудиторным занятиям	8	12
6	Этанол, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.	Подготовка к аудиторным занятиям	8	12
7	Расчет плотности топливной смеси биодизеля и дизельного топлива. Расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и дизельного топлива. Расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с дизельным топливом.	Задание	18	18
8	Электричество, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования, экологические показатели	Подготовка к аудиторным занятиям	8	12
9	Электричество, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования, экологические показатели.	Подготовка к аудиторным занятиям	8	11
10	Солнечная энергия, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования, экологические показатели.	Подготовка к аудиторным занятиям	8	11
Итого:			88	120

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 информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Элверс Б. Топлива. Производство, применение, свойства: справочник / ред. Б. Элверс; пер. с англ. под ред. Т. Н. Митусовой. - Санкт-Петербург: ЦОП «Профессия», 2012. - 416 с. - ISBN 978-5-91884-037-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1859948>
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. Васильев И. П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля [Текст]: монография / И. П. Васильев; М-во образования и

науки Украины, Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. - 237 с. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-966-590-726-8: 28 грн.

4. Крейнин Е. В. Нетрадиционные углеводородные источники: новые технологии их разработки [Текст]: монография / Е. В. Крейнин. - Москва: Проспект, 2022. - 208 с. - Библиогр.: с. 204-208. - ISBN 978-5-392-35897-7 : 450 р.

б) дополнительная:

1. Васильев И. П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля [Текст]: монография / И. П. Васильев; М-во образования и науки Украины, Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. - 237 с. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-966-590-726-8 : 28 грн.

2. Зорин, В. А. Применение интеллектуальных материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин: монография / В. А. Зорин, Н. И. Баурова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 110 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-010801-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2117154> (дата обращения: 01.02.2024).

3. Беляев, С. В. Применение моторных масел в ДВС: учебник / С. В. Беляев. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. - 132 с. - ISBN 978-5-9729-1379-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2096914> (дата обращения: 01.02.2024).

4. Калашников С.А., Николаев А.Г. Альтернативные топлива для судовых дизельных энергетических установок: Учебник. - Новосибирск: Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2011. - 90 с. - ISBN 978-5-8119-0445-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/349056> (дата обращения: 01.02.2024).

5. Епифанов, В. С. Применение сжиженного природного газа на водном транспорте и проблемы безопасной работы СЭУ: учебное пособие по части курса СДВС, для курсового и дипломного проектирования / В. С. Епифанов; под ред. В. И. Толшина. - Москва: МГАВТ, 2004. - 72 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/401076> (дата обращения: 01.02.2024).

6. Кидни, Дж. А. Основы переработки природного газа: практическое руководство / А. Дж. Кидни, У. Р. Парриш, Д. Маккартни; пер. с англ. яз. под ред. О. П. Лыкова, И. А. Голубевой. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: ЦОП «Профессия», 2014. - 664 с, ил. - ISBN 978-5-91884-055-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1859937> (дата обращения: 01.02.2024).

7. Усманов Р.А., Технологические основы получения биодизельного топлива: учебное пособие / Р.А. Усманов, С.В. Мазанов, А.Р. Габитова, Ф.М. Гумеров - Казань: Издательство КНИТУ, 2018. - 80 с. - ISBN 978-5-7882-2416-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224169.html>.

8. Баранова, М. П. Физико-химические основы получения топливных водоугольных суспензий [Электронный ресурс]: монография / М. П. Баранова, В. А. Кулагин. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 160 с. - ISBN 978-5-7638-2116-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441837> (дата обращения: 01.02.2024).

9. Мамедова М. Д. Работа дизеля на сжиженном газе [Текст] / М. Д. Мамедова. - Москва: Машиностроение, 1980. - 149 с. - 50 к.

10. Итинская Н. И. Топливо, масла и технические жидкости [Текст]: справочник / Н. И. Итинская, Н. А. Кузнецов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Агропромиздат, 1989. - 304 с. - ISBN 5-10-000369-3 (в пер.): 80 коп.

11. Обельницкий А. М. Итинская Н. И. Справочник по топливу, маслам и техническим жидкостям [Текст] / Н. И. Итинская, Н. А. Кузнецов. - Москва: Колос, 1982. - 208 с. - 65 к.

12. Звонов В. А. Образование загрязнений в процессах сгорания [Текст] / В. А. Звонов. - Луганск: Изд-во ВУГУ, 1998. - 126 с. - ISBN 966-7350-33-9 : 6 грн.

13. Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени [Текст] / пер. с англ. Ю. Ф. Дитякина; [ред. Н. А. Чигир]. - Москва: Машиностроение, 1981. - 407 с. - 505 крб.

14. Свиридов Ю. Б. топливо и топливоподача автотракторных дизелей [Текст] / Ю. Б. Свиридов, Л. В. Малявинский, М. М. Вихерт. - Ленинград: Машиностроение, 1979. - 248 с. - ISBN В пер.: 1 р.

15. Марков В. А., Гайворонский А. И., Грехов Л. В., Иващенко Н. А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
16. Шкаликова В. П., Патрахальцев Н. Н. Применение нетрадиционных топлив в дизелях: Монография. – М.: Изд-во УДН, 1986. – 56 с.
17. ГОСТ 8988-77. Масло рапсовое. Технические условия. – Взамен ГОСТ 8988-59; Введ. 01.07.78. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 20 с.
18. Лиханов В. А. Снижение токсичности и улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения метанола. – Киров: Вятская ГСХА, 2001. – 212 с.
19. ГОСТ 1667-68. Топливо моторное для среднеоборотных и малооборотных дизелей. Технические условия. – Взамен ГОСТ 1667-51; Введ. 01.07.68. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 3 с.
20. ГОСТ 1129-93. Межгосударственный стандарт. Масло подсолнечное. Технические условия. – Взамен ГОСТ 1129-73; Введ. 01.01.97. – Киев; Госстандарт Украины, 1996. – 17 с.
21. Гайворонский А. И., Марков В. А., Илатовский Ю. В. Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 480 с.

в) Методические указания

1. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Работа двигателей на альтернативных топливах» (для студентов направления подготовки 13.04.03.01 «Двигатели внутреннего сгорания») / Сост.: И. П. Васильев. – Луганск, ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 27 с.
2. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Работа двигателей на альтернативных топливах» (испытания биотоплив) (для студентов, обучающихся по направлению «13.04.03 Энергетическое машиностроение по специальности 13.04.02.01 Двигатели внутреннего сгорания» / Сост.: И. П. Васильев. – Луганск, Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. – 49 с.
3. Методические указания к самостоятельным работам по курсу «Работа двигателей на альтернативных топливах» (испытания биотоплив) (для студентов, обучающихся по направлению «13.04.03 Энергетическое машиностроение по специальности 13.04.02.01 Двигатели внутреннего сгорания» / Сост.: И. П. Васильев. – Луганск, Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 24 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/>

8. 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 ТВЗ-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/

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

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Работа двигателей на альтернативных топливах» 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-6. Способность оценивать техническое состояние объектов профессиональной деятельности,	Базовый	знать процессы получения топлив из различных альтернативных топлив и других источников, современные методы исследования и анализа альтернативных топлив;

Основной	анализировать и разрабатывать рекомендации по дальнейшей эксплуатации.	Повышенный	уметь анализировать, систематизировать и прогнозировать использование альтернативных топлив
Заключительный		Высокий	владеть навыками анализа сырья и приготовления из него топлив для ДВС, определять характеристики топлив, знать о технологии получения топлив из различного альтернативного сырья.

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-6	Способность оценивать техническое состояние объектов профессиональной деятельности, анализировать и разрабатывать рекомендации по дальнейшей эксплуатации.	ПК-6.1. Планирует испытания и исследования объектов профессиональной деятельности	Тема 1 Тенденция потребления топлив. Альтернативные топлива. Классификация топлив. Общие принципы получения и использования альтернативных топлив и смазочных масел.	Начальный 2
				Тема 2 Уголь, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. Тема 3 Природный газ, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. Тема 4 Биогаз, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. Тема 5 Синтезгаз, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. получение синтез-газа по реакции Фишера – Тропша. Тема 6 Аммиак, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. Тема 7 Метанол, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. Тема 8 Этанол, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. Тема 9 Биодизельное топливо,	Основной, заключительный 2

				сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. Тема 10 Рапсовое масло, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. Тема 11 Диметиловый эфир, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели. Тема 12 Электричество, сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования, экологические показатели.	
--	--	--	--	--	--

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-6	ПК-6.1. Планирует испытания и исследования объектов профессиональной деятельности	знать процессы получения топлив из различных альтернативных топлив и других источников, современные методы исследования и анализа альтернативных топлив; уметь анализировать, систематизировать и прогнозировать использование альтернативных топлив; владеть навыками анализа сырья и приготовления из него топлив для ДВС, определять характеристики топлив, знать о технологии получения топлив из различного альтернативного сырья.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8	Лабораторная работа, практическая работа, контрольная работа, индивидуальное задание

Диагностическое контрольное тестирование:

Комплект тестовых заданий, позволяющих осуществить оценку компетенции

ПК-6. Способность оценивать техническое состояние объектов профессиональной деятельности, анализировать и разрабатывать рекомендации по дальнейшей эксплуатации.	ПК-6.1. Планирует испытания и исследования объектов профессиональной деятельности
--	---

ВАРИАНТ 1

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 1.

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

Какие причины сдерживают широкое внедрение двигателей, работающих на водороде?

- 1) увеличенная масса автомобиля.
- 2) взрывоопасность водорода.
- 3) высокая стоимость эксплуатации автомобиля.
- 4) стоимость пути километра.
- 5) сложность хранения водорода на автомобиле.

Ответ: 12345

Обоснование: Увеличенная масса автомобиля (водородные топливные элементы и системы хранения водорода могут быть тяжелее, чем традиционные бензиновые или дизельные системы). Взрывоопасность водорода (водород является очень легковоспламеняющимся газом, и его хранение и транспортировка требуют строгих мер безопасности. Любые неисправности могут привести к серьезным последствиям). Высокая стоимость эксплуатации (производство и хранение водорода, а также стоимость топливных элементов, пока остаются высокими). Стоимость километра пути (водородные автомобили дороже в эксплуатации, особенно если учитывать текущие цены на водород и инфраструктуру для его заправки). Сложность хранения водорода (водород необходимо хранить под высоким давлением или в жидком состоянии при очень низких температурах, что требует сложных и дорогих технологий).

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 2.

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

Что относится к альтернативным видам топлива нефтяного происхождения?

- 1) Пропан (используется в качестве топлива для автомобилей и отопления).
- 2) Сжиженный природный газ (СПГ) (применяется в транспорте и промышленности).
- 3) Метан (используется в качестве топлива для транспортных средств и в энергетике).
- 4) Аммиак (может использоваться в качестве топлива, особенно в сельском хозяйстве).
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1234

Обоснование: 1234

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 3.

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

Какие свойства делают метанол и этанол привлекательными для использования в качестве альтернативных топлив, несмотря на некоторые недостатки?

- 1) Высокая упругость паров (оба спирта имеют высокую упругость паров, что способствует их легкому испарению при относительно низких температурах и смешиванию с воздухом для образования топливной смеси).
- 2) Меньшая по сравнению с бензином теплотворная способность (имеют меньшую теплотворную способность по сравнению с бензином, что означает, что они выделяют меньше энергии при сгорании).

- 3) Высокая скрытая теплота испарения (спирты обладают высокой скрытой теплотой испарения, что помогает охлаждать впускной воздух и улучшать наполнение цилиндров).
- 4) Токсичность (метанол является токсичным веществом, и его использование требует дополнительных мер безопасности)
- 5) нет правильного ответа
- Ответ: 123
- Обоснование: 123

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 4.

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

Что нельзя отнести к достоинствам применения чистого метанола?

- 1) Высокую гигроскопичность (метанол легко поглощает влагу из воздуха, что может привести к коррозии и другим проблемам в двигателе).
 - 2) Низкую энергоемкость (метанол имеет меньшую теплоту сгорания по сравнению с бензином, что может снизить общую эффективность двигателя).
 - 3) Токсичность (метанол является токсичным веществом, и его использование требует дополнительных мер безопасности).
 - 4) Коррозионное воздействие (метанол может вызывать коррозию металлических частей двигателя и топливной системы).
 - 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*

Какое вещество может применяться в смеси с бензином только в сочетании со стабилизаторами?

- 1) метанол.
 - 2) этанол
 - 3) спирт-ректификат
 - 4) метан
 - 5) водород
- Ответ: 1

Обоснование: В смеси с бензином только в сочетании со стабилизаторами может применяться метанол. Метанол обладает высокой гигроскопичностью, он легко поглощает влагу из воздуха, это может привести к коррозии, поэтому необходимы стабилизаторы.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 6.

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

Что является обязательным компонентом большинства пусковых жидкостей?

- 1) диэтиловый эфир.
 - 2) ацетон
 - 3) этиловый эфир
 - 4) бензин
 - 5) нет правильного ответа
- Ответ: 1

Обоснование: Диэтиловый эфир является обязательным компонентом большинства пусковых жидкостей. Он обладает низкой температурой самовоспламенения и высокими давлениями насыщенных паров, что делает его эффективным для запуска двигателей в холодных условиях

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 7.

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

На какое рабочее давление рассчитаны баллоны для хранения и транспортировки сжиженных газов?

- 1) 1,6 МПа
- 2) 1,8 МПа
- 3) 2,0 МПа.
- 4) 2,5 МПа
- 5) 200 МПа

Ответ: 3

Обоснование: Баллоны для хранения и транспортировки сжиженных газов обычно рассчитаны на рабочее давление 2,0 МПа, это значение является стандартным для большинства применений.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 8.

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

Какие недостатки электромобилей?

- 1) Ограниченный запас хода на одной зарядке, что может быть неудобно для дальних поездок
- 2) Длительное время зарядки от нескольких часов до целого дня, что требует планирования и может быть неудобно
- 3) Недостаточно зарядных станций, что усложняет эксплуатацию
- 4) Ограниченный срок службы аккумуляторов, проблемы с утилизацией
- 5) все ответы правильные.

Ответ: 5

Обоснование: 1234

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность получения метанола.

- 4) Получение синтез-газа: Синтез-газ, состоящий из оксида углерода (CO) и водорода (H₂), получают из природного газа, нефти или угля. Наиболее распространенный метод — паровая конверсия метана: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$. Эта реакция проводится при температуре около 800-900°C с использованием никелевых катализаторов.
- 3) Очистка синтез-газа: Полученный синтез-газ очищают от примесей, таких как сернистые соединения, чтобы предотвратить отравление катализаторов на следующих стадиях.
- 2) Каталитический синтез метанола: Синтез метанола из синтез-газа происходит при высоком давлении (5-10 МПа) и температуре (250-400°C) в присутствии катализаторов, таких как оксиды цинка и меди: $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$. Эта реакция экзотермическая и требует оптимизации условий для достижения высокого выхода метанола.

1) Охлаждение и сепарация: Продукты реакции охлаждают, и метанол отделяют от не прореагировавших газов. Не прореагировавшие газы могут быть возвращены в процесс для повышения эффективности.

5) Ректификация: Полученный метанол-сырец очищают методом ректификации для удаления примесей.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

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

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность получения биодизельного топлива.

3) Сбор и подготовка сырья (основными источниками сырья для биодизеля являются растительные масла (например, рапсовое, соевое) и животные жиры. Сырье очищают от примесей и воды).

2) Переэтерификация (это основной этап, на котором триглицериды (жиры и масла) реагируют с одноатомными спиртами (чаще всего метанолом) в присутствии катализатора (обычно гидроксида натрия или калия). В результате образуются метиловые эфиры жирных кислот (биодизель) и глицерин).

1) Сепарация (после реакции переэтерификации смесь разделяют на биодизель и глицерин. Это можно сделать с помощью центрифугирования или декантации).

4) Очистка биодизеля (биодизель очищают от оставшихся примесей, таких как мыло, метанол и катализатор. Это может включать промывку водой и нейтрализацию).

5) Сушка (очищенный биодизель сушат для удаления остатков воды, так как вода может вызвать коррозию и развитие микроорганизмов в топливе. Готовый биодизель проверяют на соответствие стандартам качества, таким как содержание метиловых эфиров жирных кислот (МЭЖК), цетановое число и другие параметры).

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

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

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Какой порядок определения фракционного состава альтернативного топлива?

3) В колбу Энглера заливают 100 мл испытуемого топлива и закрывают пробкой с укрепленным в ней термометром

2) Колбу устанавливают в штативе, снабженном кожухом, а ее отводную трубку соединяют с трубкой холодильника (наполненного холодной водой со льдом или же охлаждаемого проточной водой).

1) Под открытый конец трубки ставят градуированный цилиндр, служащий приемником топлива, так, чтобы трубка холодильника входила в цилиндр не менее чем на 25мм, но не ниже метки 100мм, а под колбу ставят зажженную горелку. При перегонке бензинов мерный цилиндр помещают в стеклянный сосуд с водой, а отверстие цилиндра закрывают ватой.

4) Пламя горелки предварительно регулируется так, чтобы первая капля перегоняемого топлива упала из холодильника в приемник не ранее, чем через 5 мин., считая с начала перегонки, и не позднее, чем через 10 мин.

5) Температуру, показываемую термометром в момент падения из холодильника в приемник первой капли, фиксируют как температуру начала перегонки. После этого перегонку ведут со скоростью 4-5 мл в минуту, отмечая температуру, показываемую термометром при перегонке каждые 10 мл топлива, пока не перегонится 90 мл.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

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

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность определения плотности альтернативных топлив?

1) При определении плотности применяется ареометр по ГОСТ 1289-76, цилиндры для ареометров стеклянные или металлические соответствующих размеров по высоте и диаметру, термометр ртутный с интервалом измеряемой температуры 0-150 °С и ценой деления шкалы в 1 °С.

4) Перед определением плотности испытуемый нефтепродукт выдерживают при температуре окружающей среды с тем, чтобы он ее принял. Если измерение плотности производится с целью определения количества нефтепродукта по его объему, то пробу испытуемого нефтепродукта отбирают по ГОСТ 2517-69, и определение плотности производят при той же температуре, при которой известен объем.

3) В цилиндр для ареометра наливают испытуемый нефтепродукт, температура которого может отклоняться от температуры окружающей среды $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

2) Чистый и сухой ареометр медленно и осторожно опускают в нефтепродукт, держа его за верхний конец. После того, как ареометр установится и прекратятся его колебания, производят отсчет по верхнему краю мениска. При отсчете глаз должен находиться на уровне мениска. Одновременно замеряется температура нефтепродукта.

5) Отсчет по шкале ареометра дает плотность нефтепродукта при температуре испытания. Приводим эту плотность к плотности температуре 20 °С.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

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

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие применяемых видов топлив для транспорта.

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

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	топливо в сжатом виде	1	электроэнергия
Б	топливо в сжиженном виде	2	метан
В	биодизельное топливо	3	используется рапсовое, кукурузное, подсолнечное, касторовое, пальмовое и некоторые другие масла. Самое выгодное — рапсовое (большее количество топлива на выходе при недорогом производстве).
Г	аккумулятор	4	АИ-92 и АИ-95
		5	пропан

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	5	3	1

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие определений.

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

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Паровой реформинг метана	1	Уголь подвергается газификации при высоких температурах и давлении, что приводит к образованию синтез-газа, который затем используется для синтеза метанола.
Б	Газификация угля	2	Природный газ (метан) смешивается с водяным паром и нагревается в присутствии катализатора, что приводит к образованию синтез-газа, который затем используется для получения метанола

В	Гидратация метана	3	Сырье измельчают и проводят _____ расщепляют крахмал и целлюлозу на простые сахара.
Г	Гидролиз	4	использование дрожжей или бактерий, которые преобразуют сахара в этанол и углекислый газ
		5	Метан может быть превращен в метанол путем реакции с водой в присутствии катализатора

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 определений.

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

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	коксовое число топлива	1	используется для оценки объема непредельных углеводородов в топливе (дизель, бензин), показатель должен соответствовать установленным стандартам.
Б	йодное число топлива	2	характеризует способность топлива образовывать углистый осадок при высокотемпературном (800...900 °С) разложении без доступа воздуха.
В	щелочное число масла	3	это количество едкого калия КОН), выраженного в миллиграммах, необходимое для нейтрализации свободных кислот в 1 г масла. позволяет оценить количество кислотных компонентов, содержащихся в нем. Зная значение кислотного числа, можно оценить пригодность масла для дальнейшей эксплуатации.
Г	кислотное число масла	4	характеристика, отображающая, насколько эффективно топливо противостоит воспламенению при сжатию в цилиндрах.
		5	указывает на состав масла и входящих в него присадок, определяет способность к нейтрализации кислот, образующихся в процессе работы двигателя. Обозначается как TBN. Для большинства бензиновых двигателей значение составляет 8-9, для дизельных – 11-14 единиц.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	5	3

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 16.

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

Как получают биоэтанол?

Ответ (решение): Процесс получения биоэтанола. Собирают растения, богатые сахарами и крахмалом, такие как кукуруза, сахарный тростник, пшеница и картофель. Чтобы расщепить крахмал и целлюлозу на простые сахара сырье измельчают и подвергают гидролизу. Полученные сахара подвергают ферментации с использованием дрожжей или бактерий, которые преобразуют сахара в этанол и углекислый газ. Отделяют этанол от воды и других примесей. Для получения безводного биоэтанола (99,8% чистоты) проводят дополнительную дегидратацию, чтобы удалить оставшуюся воду.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 17.

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

Из чего получают метанол?

Ответ (решение): Метанол можно получить из различных источников. 1) Один из самых распространенных методов получения метанола включает паровой реформинг метана, при котором метан смешивается с водяным паром и нагревается в присутствии катализатора для образования синтез-газа (смеси водорода и оксида углерода), который затем используется для синтеза метанола. 2) Газификация угля при высоких температурах и давлении также приводит к образованию синтез-газа, который затем используется для получения метанола. 3) Метанол можно получить из биомассы или переработанного углекислого газа, что делает этот метод более экологически чистым. 4) Исторически метанол получали путем сухой перегонки древесины, что дало ему название "древесный спирт". 5) Современные технологии позволяют получать метанол из возобновляемых источников, таких как мусор и биомасса.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 18.

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

О
пределить ρ^{TC} плотности топливной смеси 85% ДТ и 15% присадки. $\rho_{\text{БИО}}$ - плотность биодизеля (0,885 г/см³), $\rho_{\text{ДТ}}$ - плотность дизельного топлива (0,831 г/см³);

Ответ (решение):

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

$$\rho^{TC} = (G_{\text{БИО}} \cdot \rho_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \rho_{\text{ДТ}}) / 100 = (15 \cdot 0,885 + (100 - 15) \cdot 0,831) / 100 = 0,8391 \text{ г/см}^3$$

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

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 19.

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

Определить вязкость топливной смеси 85 биодизеля с 15 % дизельного топлива. $\nu_{\text{БИО}}$ - вязкость биодизеля (7,62 мм²/с), $\nu_{\text{ДТ}}$ - вязкость дизельного топлива (3,9 мм²/с), $K=15,1$ – коэффициент для определенного состава.

Ответ (решение):

$$\begin{aligned} \nu^{TC} &= (G_{\text{БИО}} \cdot \nu_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \nu_{\text{ДТ}} - K \cdot (\nu_{\text{БИО}} - \nu_{\text{ДТ}})) / 100 = \\ \nu_{\text{расч}}^{TC} &= (85 \cdot 7,62 + (100 - 85) \cdot 3,9 - 15,1 \cdot (7,62 - 3,9)) / 100 = 6,5 \text{ мм}^2/\text{с} \end{aligned}$$

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

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 20.

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

Определить низшую теплоту сгорания топливной смеси, состоящей из 15 мас. % биодизеля и 85 мас. % дизельного. 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.

Ответ (решение):

1) Высшая теплота сгорания ДТ

$$Q_b^{TC1} = 33913 \cdot C + 102995 \cdot H - 10885 \cdot (O - S) =$$

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

2) Низшая теплота сгорания ДТ $Q_n^{TC1} = Q_b^{TC1} - 2512 \cdot W = 41992 - 2512 \cdot 1,13 = 39083 \text{ кДж/кг}$

3) Низшая теплота сгорания топливной смеси

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

$$0,15 \cdot 37200 + (1 - 0,15) \cdot 39083 = 38800 \text{ кДж/кг}$$

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 1

№ зада ния	Верный ответ	Критерии
1.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	123	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
9.	43215	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
10	32145	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11	32145	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
12	14325	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
13	A2B5B3Г1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
14	A2B1B5Г3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
15	A2B1B5Г3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
16	Процесс получения биоэтанола. Собирают растения, богатые	Полный правильный ответ на

	сахарами и крахмалом, такие как кукуруза, сахарный тростник, пшеница и картофель. Чтобы расщепить крахмал и целлюлозу на простые сахара сырье измельчают и подвергают гидролизу. Полученные сахара подвергают ферментации с использованием дрожжей или бактерий, которые преобразуют сахара в этанол и углекислый газ. Отделяют этанол от воды и других примесей. Для получения безводного биоэтанола (99,8% чистоты) проводят дополнительную дегидратацию, чтобы удалить оставшуюся воду.	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	Метанол можно получить из различных источников. 1) Один из самых распространенных методов получения метанола включает паровой реформинг метана, при котором метан смешивается с водяным паром и нагревается в присутствии катализатора для образования синтез-газа (смеси водорода и оксида углерода), который затем используется для синтеза метанола. 2) Газификация угля при высоких температурах и давлении также приводит к образованию синтез-газа, который затем используется для получения метанола. 3) Метанол можно получить из биомассы или переработанного углекислого газа, что делает этот метод более экологически чистым. 4) Исторически метанол получали путем сухой перегонки древесины, что дало ему название "древесный спирт". 5) Современные технологии позволяют получать метанол из возобновляемых источников, таких как мусор и биомасса.	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	Для топливных смесей плотность биодизеля с дизельным топливом подсчитывается по формуле: $\rho^{TC} = (G_{\text{БИО}} \cdot \rho_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \rho_{\text{ДТ}}) / 100 =$ $(15 \cdot 0,885 + (100 - 15) \cdot 0,831) / 100 = 0,8391 \text{ г/см}^3$ где $G_{\text{БИО}}$ – массовая доля биодизеля в топливной смеси	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	$v^{TC} = (G_{\text{БИО}} \cdot v_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot v_{\text{ДТ}} - K \cdot (v_{\text{БИО}} - v_{\text{ДТ}})) / 100 =$ $v_{\text{расч}}^{TC} = (85 \cdot 7,62 + (100 - 85) \cdot 3,9 - 15,1 \cdot (7,62 - 3,9)) / 100 = 6,5 \text{ мм}^2/\text{с}$ где $G_{\text{БИО}}$ – массовая доля биодизеля в топливной смеси.	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	Ответ (решение): 1) Высшая теплота сгорания ДТ $Q_{\text{в}}^{TC1} = 33913 \cdot C + 102995 \cdot H - 10885 \cdot (O - S) =$ $33913 \cdot 0,86 + 102995 \cdot 0,1254 + 10885 \cdot (0,0146 - 0) = 41992 \text{ кДж/кг}$ 2) Низшая теплота сгорания ДТ $Q_{\text{н}}^{TC1} = Q_{\text{в}}^{TC1} - 2512 \cdot W = 419922 - 2512 \cdot 1,13 = 39083 \text{ кДж/кг}$ 3) Низшая теплота сгорания топливной смеси $Q_{\text{н}}^{TC2} = N_{\text{БИО}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{БИО}} + (1 - N_{\text{БИО}}) \cdot Q_{\text{н}}^{\text{ДТ}} =$ $0,15 \cdot 37200 + (1 - 0,15) \cdot 39083 = 38800 \text{ кДж/кг}$	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*

Какие альтернативные виды топлива могут заменить традиционные нефтепродукты?

- 1) Биотопливо (включает биодизель и биоэтанол, которые производятся из растительных масел и сельскохозяйственных культур).
- 2) Природный газ (включает сжатый природный газ (СПГ) и сжиженный природный газ (СНГ), которые используются в транспорте и промышленности).
- 3) Водород (используется в топливных элементах для производства электроэнергии и в качестве топлива для транспортных средств).
- 4) Электричество (используется в электромобилях и гибридных транспортных средствах).
- 5) Синтетическое топливо (производится из угля, природного газа или биомассы через процессы, такие как Фишера-Тропша)

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*

Благодаря каким уникальным свойствам аммиак (NH_3) рассматривается как перспективное альтернативное топливо?

- 1) высокая плотность энергии (аммиак имеет высокую плотность энергии, что делает его эффективным для хранения и транспортировки).
- 2) отсутствие углеродных выбросов (при сгорании аммиака не образуются углекислый газ (CO_2), что делает его экологически чистым топливом).
- 3) производство водорода (аммиак можно использовать для производства водорода, который затем может быть использован в топливных элементах).
- 4) токсичность и необходимость специальных условий хранения и транспортировки.
- 5) нет правильных ответов

Ответ: 123

Обоснование: 123

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 3.

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

Каких важных целей позволит достичь применение альтернативных топлив?

- 1) снижение выбросов углекислого газа (альтернативные топлива, такие как водород и биотопливо, могут значительно уменьшить выбросы CO_2 , что способствует борьбе с изменением климата).
- 2) уменьшение зависимости от нефти (использование альтернативных источников энергии снижает зависимость от нефти и улучшает энергетическую безопасность).
- 3) экономическая выгода (в долгосрочной перспективе альтернативные топлива могут быть более экономически выгодными, особенно с учетом роста цен на нефть).
- 4) развитие новых технологий (переход на альтернативные топлива стимулирует инновации и развитие новых технологий в энергетическом секторе).
- 5) улучшение качества воздуха (многие альтернативные топлива производят меньше вредных выбросов, таких как оксиды азота (NO_x) и твердые частицы, что улучшает качество воздуха и здоровье населения).

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 основные требования предъявляются к альтернативным топливам?

- 1) экологичность (должно снижать выбросы парниковых газов и других вредных веществ по сравнению с традиционными нефтепродуктами).
- 2) энергетическая эффективность (топливо должно обеспечивать высокую энергетическую плотность и эффективность использования).
- 3) безопасность (должно быть безопасным в производстве, хранении, транспортировке и использовании).
- 4) доступность и экономичность (должны быть экономически конкурентоспособными и доступными для широкого использования).
- 5) совместимость с существующей инфраструктурой (должно быть совместимо с существующими системами хранения, транспортировки и использования, либо требовать минимальных изменений)

Ответ: 12345

Обоснование: 12345

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 5.

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

Какие документы необходимо иметь для переоборудования и дальнейшей эксплуатации газобаллонного оборудования (ГБО) на автомобиле?

- 1) Сертификат соответствия (подтверждает, что установленное оборудование соответствует требованиям безопасности и стандартам).
- 2) Разрешение на установку (выдается специализированной организацией, имеющей лицензию на установку ГБО).
- 3) Технический паспорт на оборудование (включает информацию о характеристиках и параметрах установленного оборудования).
- 4) Акт выполненных работ (подтверждает, что установка ГБО выполнена специалистами) и свидетельство о регистрации изменений в ГИБДД.
- 5) все перечисленные ответы

Ответ: 5

Обоснование: 1234

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 6.

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

Каких экологических преимуществ позволяет достичь применение природного газа в качестве моторного топлива при эксплуатации ДВС?

- 1) Снижение выбросов вредных веществ (природный газ сжигается чище, чем бензин или дизельное топливо, что приводит к снижению выбросов оксидов азота (NO_x), угарного газа (CO) и твердых частиц).
- 2) Уменьшение выбросов парниковых газов (использование природного газа снижает выбросы углекислого газа (CO_2) на 25% по сравнению с традиционными видами топлива).
- 3) Снижение уровня шума (двигатели, работающие на природном газе, обычно работают тише, что способствует снижению уровня шума в городах)
- 4) перечисленное в пунктах 1, 2, 3
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 4

Обоснование: 123

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 7.

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

Теоретическое количество кислорода необходимое для сгорания топлива...

- 1) меньше количества кислорода, которое необходимо подвести к топливу для его полного сгорания, на величину β
- 2) больше количества кислорода, которое необходимо подвести к топливу для его полного сгорания, на величину γ
- 3) равно количеству кислорода, которое необходимо подвести к топливу для его полного сгорания.
- 4) больше количества кислорода, которое необходимо подвести к топливу для его полного сгорания, в α раз
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 3

Обоснование: определение

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 8.

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

Основным достоинством современных паровых двигателей является

- 1) относительно высокий КПД (современные паровые двигатели могут достигать высокого коэффициента полезного действия (КПД) благодаря улучшенным технологиям теплообмена и изоляции).
- 2) экологичность (паровые двигатели могут использовать различные виды топлива, включая биомассу и отходы, что снижает выбросы углекислого газа и других вредных веществ).
- 3) надежность и долговечность (паровые двигатели имеют простую конструкцию и меньше подвержены износу, что делает их надежными и долговечными).
- 4) гибкость в использовании топлива (могут работать на различных видах топлива, включая уголь, природный газ, биомассу и даже солнечную энергию).
- 5) все ответы правильные.

Ответ: 5

Обоснование: 1234

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность определения динамической вязкости топлив?

- 1) Чистый сухой вискозиметр с капилляром соответствующего диаметра наполняют испытуемым продуктом до уровня жидкости достигающего выше метки "верх".
- 2) Наполненный вискозиметр погружают в термостат с заранее налитой соответствующей жидкостью и закрепляют в штативе зажимом строго вертикально. В термостате устанавливают заданную температуру и выдерживают вискозиметр при этой температуре 15 мин.
- 3) Во время наблюдения за опусканием жидкости пускают секундомер точно в тот момент, когда уровень жидкости достигает метки "верх"
- 4) Записав время, отмеченное по секундомеру, повторяют определение не менее четырех раз, далее умножив постоянную C вискозиметра на среднее время T опускания жидкости определяют значение кинематической вязкости. Для получения динамической вязкости кинематическую умножают на плотность измеряемой жидкости
- 5) Наблюдают за опусканием жидкости в трубке и останавливают движение жидкости, когда уровень жидкости достигает метки "низ".

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

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

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность определения температуры вспышки продукта?

- 1) вставляют термометр и помещают тигель в нагревательную ванну.
- 2) испытываемое масло наливают в тигель до кругового уступа, закрывают его чистой сухой крышкой.
- 3) зажигают фитиль лампочки, предварительно заправленной рафинированным подсолнечным или хлопковым маслом, и регулируют пламя так, чтобы форма его была близкой к шару диаметром 3-4 мм.
- 4) в течение всего периода нагревания проводят непрерывное перемешивание масла. Когда топливо нагреется до температуры на 30 °С ниже предполагаемой, нагревание ведут так, чтобы температура повышалась со скоростью 2°С в минуту. При температуре вспышки на 10 °С ниже ожидаемой проводят испытания на вспыхивание, открывая подвижную заслонку точно через минуту, т. е. через каждые 2°С (наблюдая время по секундомеру). Перед поджиганием прекращают перемешивание и открывают отверстие крышки на 2-3 с. Если вспышка не произошла, топливо вновь перемешивают, повторяя поджигание через минуту.
- 5) За температуру вспышки принимают температуру, показываемую термометром при появлении первого синего пламени над поверхностью топлива. После получения первой вспышки, испытания продолжают, повторяя зажигание через минуту. Если при этом вспышка не произойдет, все испытание повторяют заново с новой порцией топлива. Если при новом испытании температура вспышки, полученная при первом испытании, повторится, а повторной вспышки через 2°С также не произойдет, испытание считается законченным.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

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

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность измерения цетанового числа топлива моторным методом?

- 1) Цетановое число дизельных топлив обычно определяют по методу "совпадения вспышек" на установках ИТ9-3, ИТ9-ЗМ или ИТД-69 (ГОСТ 3122). Это одноцилиндровые четырехтактные двигатели, оборудованные для работы с воспламенением от сжатия. Двигатели имеют переменную степень сжатия $\epsilon = 7...23$. Угол опережения впрыска топлива устанавливается равным 13° до верхней мертвой точки (В.М.Т).
- 2) Изменением степени сжатия добиваются, чтобы воспламенение происходило строго в В.М.Т.
- 3) При определении цетанового числа биодизельных топлив частота вращения вала одноцилиндрового двигателя должна быть строго постоянной ($n = 900 \pm 10$ об/мин).
- 4) После этого подбирают два образца эталонных топлив, один из которых дает совпадение вспышек (т.е. задержку самовоспламенения, равную 13°) при меньшей степени сжатия, а второй – при более высокой степени сжатия.
- 5) Путем интерполяции находят смесь цетана с альфаметилнафталином, эквивалентную испытываемому топливу, и таким образом устанавливается его цетановое число.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

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

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность определения плотности продуктов пикнометром?

- 1) Первоначально заливаем продукт в пикнометр - стеклянный баллончик, закрываемый пробкой, емкостью 1, 2, 5, 10, 25 мл. Метод основан на сравнении массы определенного объема испытуемого продукта с массой такого же объема воды при одинаковой температуре.
- 2) определяем m_3 - масса пикнометра с продуктом в граммах
- 3) определяют "видимую" плотность ρ испытуемого продукта путем взвешивания пикнометра: $\rho = (m_3 - m_1) / m$, где m_1 - масса пустого пикнометра, в г; m - водное число пикнометра, в г.
- 4) водное число пикнометра определяют по формуле: $m = m_2 - m_1$, где m_2 - масса пикнометра с водой, в г.
- 5) затем вычисляют плотность $\rho_{420} = (0,99823 - 0,0012) \rho + 0,0012$,
где 0,99823 - плотность воды при 20 °С;
0,0012 - плотность воздуха при 20 °С и 760 мм. рт. ст. (0,1 МПа).

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 температур при разгонке.

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

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	температура застывания характеризует	1	это температура, при охлаждении до которой топливо начинает мутнеть вследствие образования микрокристаллов парафинов. Надежная подача топлива обеспечивается при температуре окружающей среды на 3...5°С выше его температуры помутнения.
Б	температура помутнения	2	потерю текучести (подвижности) топлива с понижением температуры из-за увеличения вязкости и выделения кристаллов парафинов
В	предельная температура фильтрации	3	характеризует его среднюю испаряемость, влияющую на приемистость, прогрев и устойчивость работы двигателя. Чем она ниже, тем выше его испаряемость и лучше приемистость и устойчивость работы двигателя на данном сорте топлива
Г	температура выкипания 10% топлива (t_{10})	4	низшая температура, при которой еще возможно протекание топлива через стандартный топливный фильтр тонкой очистки
		5	по ней судят о его пусковых свойствах и склонности к образованию паровых пробок в системе питания двигателя. Чем она ниже, тем лучше его пусковые свойства, тем легче на таком топливе запускается двигатель, но тем больше опасность образования паровых пробок в жаркое время года.

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 определений вязкости.

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

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	удельной вязкостью называется	1	отношение времени истечения из стандартного вискозиметра типа ВУ 200 мл испытуемого нефтепродукта при температуре испытания t ко времени истечения 200 мл дистиллированной воды при температуре + 20°С (293К), являющемуся постоянной (водным числом) прибора.

Б	условной или относительной вязкостью называется	2	отношение динамической вязкости данной жидкости к динамической вязкости воды. Обычно берут динамическую вязкость воды при +20°C (293K) равную 1,005 сантипуаза; следовательно, при этом удельная вязкость больше динамической в 100 раз.
В	кинематической вязкостью называется	3	это сопротивление, которое оказывает жидкость при относительном перемещении двух ее слоев поверхностью 1 м ² , находящихся на расстоянии 1 м друг от друга и перемещающихся под действием внешней силы в 1 Н со скоростью 1 м/с.
Г	динамическая вязкость	4	вязкость жидкости, сопротивляющейся такому передвижению с силой, равной одной дина, принята за единицу динамической вязкости.
		5	отношение динамической вязкости к плотности жидкости при той же температуре. Единица кинематической вязкости называется в системе CGS стоксом (Ст). Размерность стокса см ² /с. Сотая часть стокса называется сантистоксом. В системе СИ и MKS кинематическая вязкость имеет размерность м ² /с (1 Ст = 10 ⁻⁴ м ² /с).

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 единиц измерений

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

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	плотность	1	м ² /с
Б	объем	2	кг/м ³
В	масса	3	кг
Г	кинематическая вязкость	4	м ³
		5	градус

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.

Что такое возобновляемые альтернативные топлива? Приведите примеры.

Ответ (решение): Возобновляемые альтернативные топлива это виды топлива, которые производятся из возобновляемых ресурсов и могут служить заменой традиционным ископаемым топливам. Например: Биодизель (получается из растительных масел или животных жиров через процесс переэтерификации). Биоэтанол (производится из растительных материалов, таких как кукуруза, сахарный тростник или целлюлоза, можно смешивать с бензином для использования в ДВС). Биогаз (получается путем анаэробного разложения органических отходов, таких как сельскохозяйственные отходы, навоз или бытовые отходы). Водород (может быть произведен из воды с использованием возобновляемых источников энергии, таких как солнечная или ветровая энергия, через процесс электролиза. Водород можно использовать в топливных элементах для производства электроэнергии с нулевыми выбросами). Синтетические топлива (производятся из возобновляемых источников углерода и водорода).

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 17.

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

Какие основные недостатки двигателя при работе на метаноле?

Ответ (решение): При работе ДВС на метаноле для достижения той же мощности требуется большее количество метанола. Метанол является агрессивным веществом и может вызывать коррозию металлических частей двигателя и топливной системы. Метанол имеет высокую температуру самовоспламенения, что может требовать использования дополнительных систем зажигания. Метанол легко поглощает воду из окружающей среды, что может привести к ухудшению качества топлива и проблемам с работой двигателя.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 18.

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

О

предельно ρ^{TC} плотности топливной смеси 95% ДТ и 5% присадки. $\rho_{\text{БИО}}$ - плотность биодизеля (0,885 г/см³), $\rho_{\text{ДТ}}$ - плотность дизельного топлива (0,831 г/см³);

Ответ (решение):

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

$$\rho^{TC} = (G_{\text{БИО}} \cdot \rho_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \rho_{\text{ДТ}}) / 100 = (5 \cdot 0,885 + (100 - 5) \cdot 0,831) / 100 = 0,8337 \text{ г/см}^3$$

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

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 19.

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

Определить вязкость топливной смеси 90% биодизеля с 10 % дизельного топлива. $\nu_{\text{БИО}}$ - вязкость биодизеля (7,62 мм²/с), $\nu_{\text{ДТ}}$ - вязкость дизельного топлива (3,9 мм²/с), $K=15,1$ – коэффициент для определенного состава.

Ответ (решение):

$$\begin{aligned} \nu^{TC} &= (G_{\text{БИО}} \cdot \nu_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \nu_{\text{ДТ}} - K \cdot (\nu_{\text{БИО}} - \nu_{\text{ДТ}})) / 100 = \\ \nu_{\text{расч}}^{TC} &= (90 \cdot 7,62 + (100 - 90) \cdot 3,9 - 15,1 \cdot (7,62 - 3,9)) / 100 = 5,9 \text{ мм}^2/\text{с} \end{aligned}$$

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

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 20.

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

Определить низшую теплоту сгорания топливной смеси, состоящей из 10 мас. % биодизеля и 90 мас. % дизельного. 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.

Ответ (решение):

1) Высшая теплота сгорания ДТ

$$Q_b^{TC1} = 33913 \cdot C + 102995 \cdot H - 10885 \cdot (O - S) =$$

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

2) Низшая теплота сгорания ДТ $Q_n^{TC1} = Q_b^{TC1} - 2512 \cdot W = 419922 - 2512 \cdot 1,13 = 39083 \text{ кДж/кг}$

3) Низшая теплота сгорания топливной смеси

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

$$0,1 \cdot 37200 + (1 - 0,1) \cdot 39083 = 38882 \text{ кДж/кг}$$

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 2

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	123	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	4	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	3	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	21354	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11	12345	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	Возобновляемые альтернативные топлива это виды топлива, которые производятся из возобновляемых ресурсов и могут служить заменой традиционным ископаемым топливам. Например: Биодизель (получается из растительных масел или животных жиров через процесс переэтерификации). Биоэтанол (производится из растительных материалов, таких как кукуруза, сахарный тростник или целлюлоза, можно смешивать с бензином для использования в ДВС). Биогаз (получается путем анаэробного разложения органических отходов, таких как сельскохозяйственные отходы, навоз или бытовые отходы). Водород (может быть произведен из воды с использованием возобновляемых источников энергии, таких как солнечная или ветровая энергия, через процесс электролиза. Водород можно использовать в топливных элементах для производства электроэнергии с нулевыми выбросами). Синтетические топлива (производятся из возобновляемых источников углерода и водорода).	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	При работе ДВС на метаноле для достижения той же мощности требуется большее количество метанола. Метанол является агрессивным веществом и может вызывать коррозию металлических частей двигателя и топливной системы. Метанол имеет высокую температуру самовоспламенения, что может требовать	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

	использования дополнительных систем зажигания. Метанол легко поглощает воду из окружающей среды, что может привести к ухудшению качества топлива и проблемам с работой двигателя.	баллов
18	Для топливных смесей плотность биодизеля с дизельным топливом подсчитывается по формуле: $\rho^{TC} = (G_{\text{БИО}} \cdot \rho_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \rho_{\text{ДТ}}) / 100 =$ $(5 \cdot 0,885 + (100 - 5) \cdot 0,831) / 100 = 0,8337 \text{ г/см}^3$ где $G_{\text{БИО}}$ – массовая доля биодизеля в топливной смеси	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	$v^{TC} = (G_{\text{БИО}} \cdot v_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot v_{\text{ДТ}} - K \cdot (v_{\text{БИО}} - v_{\text{ДТ}})) / 100 =$ $v_{\text{расч}}^{TC} = (90 \cdot 7,62 + (100 - 90) \cdot 3,9 - 15,1 \cdot (7,62 - 3,9)) / 100 = 5,9 \text{ мм}^2/\text{с}$ где $G_{\text{БИО}}$ – массовая доля биодизеля в топливной смеси.	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	1) Высшая теплота сгорания ДТ $Q_{\text{В}}^{TC1} = 33913 \cdot C + 102995 \cdot H - 10885 \cdot (O - S) =$ $33913 \cdot 0,86 + 102995 \cdot 0,1254 + 10885 \cdot (0,0146 - 0) = 41992 \text{ кДж/кг}$ 2) Низшая теплота сгорания ДТ $Q_{\text{Н}}^{TC1} = Q_{\text{В}}^{TC1} - 2512 \cdot W = 41992 - 2512 \cdot 1,13 = 39083 \text{ кДж/кг}$ 3) Низшая теплота сгорания топливной смеси $Q_{\text{Н}}^{TC2} = N_{\text{БИО}} \cdot Q_{\text{Н}}^{\text{БИО}} + (1 - N_{\text{БИО}}) \cdot Q_{\text{Н}}^{\text{ДТ}} =$ $0,1 \cdot 37200 + (1 - 0,1) \cdot 39083 = 38882 \text{ кДж/кг}$	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

Оценочные средства по дисциплине
«Работа двигателей на альтернативных топливах»

Вопросы и задания при защите практических работ:

Вопросы практических работ:
(базовый уровень)

1. Расчет плотности топливной смеси биодизеля и дизельного топлива
2. Расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и дизельного топлива
3. Расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с дизельным топливом
4. Расчет плотности топливной смеси биодизеля и скипидара
5. Расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и скипидара
6. Расчет плотности топливной смеси биодизеля и метанола

Задания при защите практических работ:
(повышенный уровень)

1. Произвести расчет плотности топливной смеси биодизеля и дизельного топлива состава 50:50.
2. Произвести расчет плотности топливной смеси биодизеля и дизельного топлива состава 40:60.
3. Произвести расчет плотности топливной смеси биодизеля и дизельного топлива состава 10:90.

4. Произвести расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и дизельного топлива состава 50:50.
5. Произвести расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и дизельного топлива состава 30:70.
6. Произвести расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и дизельного топлива состава 40:60.
7. Произвести расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и дизельного топлива состава 10:90.
8. Произвести расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с дизельным топливом состава 20:80.
9. Произвести расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с дизельным топливом состава 70:30.
10. Произвести расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с дизельным топливом состава 80:20.
11. Произвести расчет плотности топливной смеси биодизеля и метанола состава 50:50.
12. Произвести расчет плотности топливной смеси биодизеля и метанола состава 60:40.
13. Произвести расчет плотности топливной смеси биодизеля и метанола состава 70:30.
14. Произвести расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и метанола состава 50:50.
15. Произвести расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и метанола состава 60:40.
16. Произвести расчет кинематической вязкости топливной смеси биодизеля и метанола состава 70:30.
17. Произвести расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с метанолом состава 50:50.
18. Произвести расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с метанолом состава 60:40.
19. Произвести расчет низшей теплоты сгорания смесей биодизеля с метанолом состава 90:10.

Выполняется в соответствии с методическими указаниями к практическим занятиям по дисциплине «Работа двигателей на альтернативных топливах» (для студентов направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, магистерская программа Двигатели внутреннего сгорания”) / Сост.: И. П. Васильев. - Луганск, Изд-во ЛНУ имени Владимира Даля, 2018.- 27 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 определения фракционного состава бензина?
13. Методика определения фракционного состава ДТ?
14. Методика определения фракционного состава биодизеля?
15. Предоставить схему определения 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 «Работа двигателей на альтернативных топливах» (испытания биотоплив) (для студентов, обучающихся по направлению 3.04.03 Энергетическое машиностроение, магистерская программа Двигатели внутреннего сгорания / Сост.: И. П. Васильев. - Луганск, Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018.- 49 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	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	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	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	Работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

Индивидуальное задание:

(высокий уровень)

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

Цель работы. Освоить методику расчета плотности топливных смесей биодизеля с дизельным топливом.

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/м³). На практике применяют и другие единицы измерения кг/л и г/см³. 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:

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

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

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

$\rho_{\text{ДТ}}$ - плотность дизельного топлива (0,831 г/ см³);

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):

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

Далее на компьютере в Excel строится график и определяется уравнение линейного вида (рис. 8).

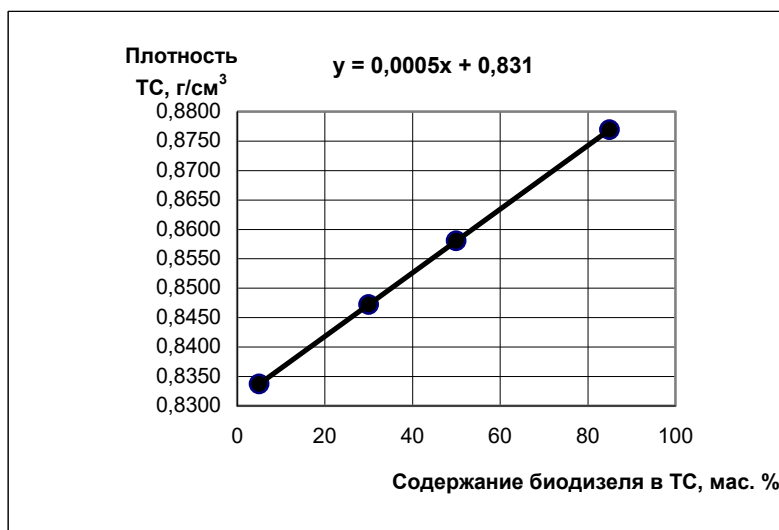


Рис. 8. Зависимость изменения плотности топливной смеси из биодизеля и дизельного топлива от содержания биодизеля

Контрольные вопросы и задания.

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 с увеличением доли биодизеля?

Исходные данные для задания 1

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

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

Цель работы. Освоить методику расчета вязкости топливных смесей биодизеля с дизельным топливом.

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

Общие положения.

Замер кинематической вязкости определяется согласно стандарту [17].

Вязкость является одним из основных параметров, характеризующих эксплуатационные свойства топлива. По ней возможно судить о качестве распыла топлива и его испарения в двигателях, о дальнобойности 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: н с/м² или Па с (1П = 0,1 Па с).

Кинематической вязкостью называется отношение динамической вязкости к плотности жидкости при той же температуре. Единица кинематической вязкости называется в системе

CGS stokсом (Ст). Размерность stokса $\text{см}^2/\text{с}$. Сотая часть stokса называется сантискотсом. 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]:

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

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
$\nu_{\text{экс}}^{\text{TC}}, \text{ мм}^2/\text{с}$ (экспериментальное значение)	6,84

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

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

Далее оценивается отличие расчетного от экспериментальных значений вязкости:

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

Контрольные вопросы и задания.

5. Дайте определение вязкости.
6. В каких единицах измеряется вязкость?
7. Как влияет увеличение температуры окружающей среды на вязкость?

Исходные данные для задания 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Содержание ДТ, мас. %	0	10	20	30	40	45	55	65	75	85	50	60	70	80	90	95	56	100
Содержание биодизеля, мас. %	100	90	80	70	60	55	45	35	25	15	50	40	30	20	10	5	44	0
Вязкость измеренная, $\text{мм}^2/\text{с}$	7,62	6,84	6,46	6,04	5,64	4,98	4,69	4,38	4,06	3,74	5,04	4,98	4,69	4,38	4,22	4,22	4,22	3,90
Коэффициенты	0	17	25	28,2	27,9	22,1	17,9	13,1	25,0	28,2	25,5	22,1	17,9	13,1	15,1	15,1	15,1	16,2

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

Цель работы. Освоить методику расчета низшей теплоты сгорания топливных 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:

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

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

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

Согласно формуле:

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

$$0,1 \cdot 37200 + (1 - 0,1) \cdot 39083 = 38882 \text{ кДж/кг}$$

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

Контрольные вопросы и задания.

1. Дайте определение теплоты сгорания топливной смеси?
2. Дайте определение высшей теплоты сгорания топливной смеси?
3. Дайте определение низшей теплоты сгорания топливной смеси?
4. Как влияет увеличение водяных паров в продуктах сгорания на низшую теплоту сгорания?
5. Как изменяется низшая теплота сгорания топливной смеси при увеличении доли биодизеля в смеси?

Исходные данные для задания 3

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											
C	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

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

Контрольная работа
ТЕСТ (базовый уровень)

1. Наибольшим эффективным КПД из ДВС с принудительным воспламенением обладают:

- А. Карбюраторные.
- Б. С распределенным впрыском топлива.
- В. **С непосредственным впрыском топлива.**
- Г. С центральным впрыском топлива.

2. Удельная теплота сгорания (МДж/кг) имеет наибольшие значения для:

- А. Бензина.
- Б. Сырой нефти.
- В. Дизельного топлива.
- Г. Сжиженного газа.
- Д. Сжатого газа.
- Е. **водорода.**

3. Причинами, сдерживающими широкое внедрение двигателей, работающих на водороде, являются:

- А. Низкий КПД двигателя.
- Б. Высокая стоимость водорода.
- В. **Сложность хранения водорода на автомобиле.**
- Г. Вредное воздействие на окружающую среду.

4. Для сохранения мощности и КПД ДВС при изменениях частоты вращения двигателя наиболее эффективно изменять углы опережения открытия и запаздывания закрытия клапанов. Каких клапанов?

- А. Впускных.
- Б. Выпускных.
- В. **Обоих клапанов.**

5. При повышении частоты вращения двигателя угол опережения открытия впускного клапана должен

- А. **Увеличиваться.**
- Б. Уменьшаться.
- В. Оставаться неизменным.

6. Какова должна быть мощность турбины в турбокомпрессорах систем наддува ДВС?

- А. Значительно выше мощности компрессора.
- Б. **Незначительно выше мощности компрессора.**
- В. Ниже мощности компрессора.
- Г. Равной мощности компрессора.
- Д. Значительно ниже мощности компрессора.

7. Основным достоинством современных паровых двигателей является

- А. Высокий КПД
- Б. Малая удельная масса.
- В. Незначительное количество токсичных выбросов
- Г. **Возможность использования любых топлив**

8. Основным достоинством современных автомобильных газотурбинных двигателей является

- А. Высокая удельная мощность.
- Б. Высокий КПД.
- В. Незначительное количество токсичных выбросов
- Г. **Возможность использования любых жидких и газообразных топлив.**

9. Из перечисленных идеальных термодинамических циклов двигателей в наибольшей мере приближен к циклу Карно цикл
- А. Дизеля.
 - Б. Отто.
 - В. Тринклера.
 - Г. **Стирлинга.**
 - Д. Брайтона.
10. К недостаткам электромобилей следует отнести
- А. Высокую стоимость.
 - Б. Низкий КПД силового агрегата
 - В. **Малую дальность хода без подзарядки аккумуляторов, значительное время подзарядки аккумуляторов.**
11. В каком состоянии топливо может вызывать коррозию металлов?
- а) в жидком
 - б) в газообразном
 - в) **в обоих**
12. От чего зависит предельная толщина нагара?
- а) от качества масла
 - б) от теплового режима работы двигателя
 - в) от качества топлива
 - г) **от теплового режима работы двигателя, качества топлива и масла**
13. Какое вещество может применяться в смеси с бензином только в сочетании со стабилизаторами.
- а) **метанол**
 - б) этиловый спирт
 - в) спирт-ректификат
14. К достоинствам применения чистого метанола нельзя отнести:
- а) **рост мощности (кпд) двигателя**
 - б) ощутимое расширение пределов эффективного обеднения топливовоздушной смеси
 - в) увеличение содержания окислов азота и углеводородов
15. Метанол и этанол при использовании их в качестве топлива для автомобильных двигателей характеризуются:
- а) высокой упругостью паров
 - б) меньшей по сравнению с бензином теплотворной способностью
 - в) **высокой скрытой теплотой испарения**
16. Что происходит с плотностью бензина с понижением температуры на каждые 10 °C ?
- а) возрастает на 1%
 - б) **не изменяется**
 - в) понижается на 1%
17. На что влияет теплота сгорания топлива?
- а) на диаметр выхлопной трубы
 - б) на запас хода автомобиля
 - в) **на размеры и массу топливного бака**
18. Горючую смесь стехиометрического (теоретического) состава называют нормальной, при коэффициенте избытка воздуха равном:
- а) >1
 - б) **=1**
 - в) <1
19. Октановое число бензина равно 76. Это значит, что в эталонной смеси процентное содержание (по объему) 76 приходится на:
- а) гептан
 - б) **изооктан**
 - в) гептан плюс изооктан;
20. Октановое число изобутана:

- а) 106
- б) 97
- в) 100

21. Октановое число, определённое моторным методом:

- а) совпадает с октановым числом, исследовательского метода
- б) ниже на 7-8 единиц октанового числа, исследовательского метода
- в) выше на 7-8 единиц октанового числа, исследовательского метода

22. Обязательным компонентом большинства пусковых жидкостей является:

- а) диэтиловый эфир
- б) ацетон
- в) этиловый эфир

23. Какая из перечисленных марок бензина обладает наилучшими антидетонационными свойствами?

- а) А-76
- б) АИ-95
- в) АИ-98

24. Для хранения и транспортировки сжиженных газов на автомобилях используют баллоны, рассчитанные на рабочее давление:

- а) 1,6
- б) 1,8
- в) 2,0

25. Для получения топлив и масел из нефтяных ископаемых используют процессы:

- а) коксования
- б) гидроочистки
- в) адсорбции

26. К альтернативным видам топлива нефтяного происхождения относятся?

- а) спирты
- б) кокс
- б) сжиженные и сжатые нефтяные газы
- в) водород

27. Применение альтернативных топлив позволит:

- а) расширить базу топлив
- б) повысить топливную экономичность
- б) все перечисленное
- в) уменьшить загрязнение ОГ

28. К альтернативным топливам предъявляются следующие основные требования:

- а) наличие достаточных ресурсов
- б) приемлемая стоимость
- в) все перечисленное
- г) технологическая и энергетическая совместимость с силовыми установками
- д) приемлемые эколого-экономические характеристики

29. Современные автомобильные и авиационные бензины должны удовлетворять ряду требований, обеспечивающих экономичную и надежную работу двигателя, и требованиям эксплуатации

- а) не изменять состава и свойств при длительном хранении, не оказывать вредного влияния на детали топливной аппаратуры и резервуары
- б) иметь хорошую испаряемость, позволяющую получить однородную смесь при любой температуре
- в) все перечисленное
- г) иметь групповой углеводородный состав, обеспечивающий устойчивый бездетонационный процесс сгорания на всех режимах работы ДВС

30. В соответствии с действующим законодательством переоборудование и дальнейшая эксплуатация ГБА может осуществляться только при наличии ряда соответствующих документов:

- а) сертификат соответствия на выполняемые работы по переоборудованию (проверка герметичности и регулировке)
- б) сертификат соответствия на газобаллонное оборудование для данного автомобиля
- в) лицензия на право выполнения работ
- г) **все перечисленное**

31. В экологическом отношении применение природного газа в качестве моторного топлива при эксплуатации автомобилей позволяет:

- а) **снизить степень загрязнения атмосферы**
- б) снизить затраты на ремонт ДВС
- в) снизить затраты на транспортировку груза
- г) **все перечисленное**

32. Теплота сгорания топлива — это ...

- а) количество теплоты, которое выделяется при сгорании 1 кг топлива
- б) количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании топлива
- в) **количество теплоты, которое необходимо для полного сгорания 1 кг топлива.**
- г) **все перечисленное**

33. Низшая теплота сгорания топлива Q_p — это ...

- а) количество теплоты, выделенной при полном сгорании 1 кг топлива, если образующиеся при сгорании водяные пары сконденсированы;
- б) **количество теплоты, выделенной при полном сгорании 1 кг топлива, за вычетом теплоты, выделяющейся при конденсации водяных паров;**
- в) количество теплоты, выделенной при полном сгорании 1 кг топлива с учетом теплоты, выделившейся при образовании кислот;
- г) количество теплоты, выделенной при сгорании 1 кг топлива, если образующиеся при сгорании водяные пары сконденсированы.

34. Теоретическое количество кислорода необходимое для сгорания топлива,...

- а) меньше количества кислорода, которое необходимо подвести к топливу для его полного сгорания, на величину η
- б) больше количества кислорода, которое необходимо подвести к топливу для его полного сгорания, на величину γ
- в) **равно количеству кислорода, которое необходимо подвести к топливу для его полного сгорания**
- г) больше количества кислорода, которое необходимо подвести к топливу для его полного сгорания, в α раз

35. Коэффициентом избытка воздуха α называется ...

- а) отношение количества воздуха, действительно поступающего в топку, к теоретически необходимому для полного сгорания подаваемого количества топлива;
- б) **отношение количества воздуха, действительно поступающего в топку, к теоретически необходимому для полного сгорания топлива;**
- в) отношение количества воздуха, действительно поступающего в топку, к теоретически необходимому;
- г) отношение теоретически необходимого количества воздуха к действительно подводимому для сгорания топлива;

36. Определить ρ^{TC} плотности топливной смеси присадки с дизельным топливом.

$\rho_{\text{БИО}}$ - плотность биодизеля (0,885 г/см³), $\rho_{\text{ДТ}}$ - плотность дизельного топлива (0,831 г/см³);

Содержание ДТ, мас. %	95
Содержание присадки, $G_{\text{БИО}}$ мас. %	5

Решение:

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

$$\rho^{TC} = (G_{\text{БИО}} \cdot \rho_{\text{БИО}} + (100 - G_{\text{БИО}}) \cdot \rho_{\text{ДТ}}) / 100 = \\ = (5 \cdot 0,885 + (100 - 5) \cdot 0,831) / 100 = 0,8337 \text{ г/см}^3 \quad (1)$$

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

37. Определить вязкость топливной смеси биодизеля с дизельным топливом $\nu_{\text{БИО}}$ - вязкость биодизеля (7,62 мм²/с), $\nu_{\text{ДТ}}$ - вязкость дизельного топлива (3,9 мм²/с), $K=15,1$ – коэффициент для определенного состава

Содержание ДТ, мас. %	90
Содержание биодизеля, мас. %	10

Решение :

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

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

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

38. Определить низшую теплоту сгорания топливной смеси, состоящей из 10 мас. % биодизеля и 90 мас. % дизельного. 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.

Решение:

Высшая теплота сгорания ДТ $Q_{\text{в}}^{\text{TC1}} = 33913 \cdot C + 102995 \cdot H - 10885 \cdot (O - S) =$
 $33913 \cdot 0,86 + 102995 \cdot 0,1254 + 10885 \cdot (0,0146 - 0) = 41992 \text{ кДж/кг}$

Низшая теплота сгорания ДТ $Q_{\text{н}}^{\text{TC1}} = Q_{\text{в}}^{\text{TC1}} - 2512 \cdot W = 41992 - 2512 \cdot 1,13 = 39083 \text{ кДж/кг}$

Низшая теплота сгорания топливной смеси $Q_{\text{н}}^{\text{TC2}} = N_{\text{БИО}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{БИО}} + (1 - N_{\text{БИО}}) \cdot Q_{\text{н}}^{\text{ДТ}} =$
 $0,1 \cdot 37200 + (1 - 0,1) \cdot 39083 = 38882 \text{ кДж/кг}$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Правильные ответы даны на 90-100 % вопросов/задач
4	Правильные ответы даны на 75-89 % вопросов/задач
3	Правильные ответы даны на 50-74 % вопросов/задач
2	Правильные ответы даны менее чем на 50 %

Вопросы по оценочному средству промежуточной аттестации (зачет):

1. Тенденция потребления топлив. Альтернативные топлива. Классификация топлив. Общие принципы получения и использования альтернативных топлив.
2. Уголь. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
3. Природный газ. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
4. Биогаз. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
5. Синтезгаз. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
6. Метанол. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
7. Этанол. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
8. Биодизельное топливо. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели
9. Рапсовое масло. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.
10. Диметиловый эфир. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности сгорания в ДВС, экологические показатели.

11. Электричество. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования, экологические показатели.
12. Сжатый воздух. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования, экологические показатели.
13. Солнечная энергия. Сырьевая база, получение, использование.
Основные характеристики, особенности использования, экологические показатели
14. Вода. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования в ДВС, экологические показатели.
15. Водяной пар. Сырьевая база, получение, основные характеристики, особенности использования в ДВС, экологические показатели.
16. Водоросли. Сырьевая база, получение топлива, основные характеристики, особенности использования, экологические показатели.

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

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
зачтено	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
Не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

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.			