

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156564	Лабораторные и промышленные испытания двигателей

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания	<b>Код ОП</b> 1. 13.03.03/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Энергетическое машиностроение	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 13.03.03

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Плотников Леонид Валерьевич	доктор технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Лабораторные и промышленные испытания двигателей

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Лабораторные и промышленные испытания двигателей» состоит из дисциплин «Динамика силовых установок с поршневыми двигателями», «Топлива, смазочные материалы и охлаждающие жидкости для поршневых двигателей», «Экспериментальные исследования и испытания двигателей». В модуле рассматриваются основы научных исследований и испытаний поршневых двигателей, динамика энергоустановок на базе двигателей внутреннего сгорания, а также горюче смазочные материалы, влияющие на эффективность работы ДВС.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Топлива, смазочные материалы и охлаждающие жидкости для поршневых двигателей	4
2	Динамика силовых установок с поршневыми двигателями	4
3	Экспериментальные исследования и испытания двигателей	4
ИТОГО по модулю:		12

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Основы конструирования тепловых двигателей</li><li>2. Теплотехника</li><li>3. «Гидрогазодинамика»</li></ol>
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Рабочие процессы поршневых и комбинированных двигателей</li><li>2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания</li><li>3. Практика</li><li>4. Государственная итоговая аттестация</li></ol>

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Динамика силовых установок с поршневыми двигателями	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий</p>

		<p>перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
	<p>ПК-10 - Способен организовать и выполнять эксплуатацию, обслуживание, проводить измерения физических величин, техническую диагностику и наладку энергетических установок с двигателями внутреннего сгорания</p>	<p>З-6 - Объяснять принцип работы, устройство и конструктивные особенности топливной аппаратуры современных двигателей</p> <p>У-4 - Обнаруживать и устранять неисправности в работе топливной аппаратуры</p> <p>П-5 - Пользоваться навыками регулирования и настройки топливной аппаратуры</p>
<p>Топлива, смазочные материалы и охлаждающие жидкости для поршневых двигателей</p>	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p>

		Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы
	ПК-10 - Способен организовать и выполнять эксплуатацию, обслуживание, проводить измерения физических величин, техническую диагностику и наладку энергетических установок с двигателями внутреннего сгорания	З-8 - Описать методы исследования и анализа горюче-смазочных материалов, нормативные документы  У-6 - Давать оценку качества горюче-смазочных материалов по численным значениям показателей, характеризующих свойства этих материалов  П-7 - Пользоваться методами экспериментального определения отдельных показателей качества топлив и смазочных материалов в лабораторных условиях
Экспериментальные исследования и испытания двигателей	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности  З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности  З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий  У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности  У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий  У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий

		<p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
	<p>ПК-10 - Способен организовать и выполнять эксплуатацию, обслуживание, проводить измерения физических величин, техническую диагностику и наладку энергетических установок с двигателями внутреннего сгорания</p>	<p>З-15 - Описать назначение, конструкцию и принцип работы узлов, механизмов и систем испытательных стендов</p> <p>У-5 - Осуществлять техническую эксплуатацию испытательных стендов</p> <p>П-6 - Использовать информационные базы для проведения исследований</p>
	<p>ПК-15 - Способен давать оценку технологических рисков при внедрении новых технологий, осуществлять контроль за изменениями в мировой практике с точки зрения инноваций в энергомашиностроении</p>	<p>З-1 - Описать историю развития двигателестроения, научные направления, реализуемые в энергетике и энергомашиностроении</p> <p>З-2 - Перечислить современные проблемы реновации/ модернизации, пути совершенствования экономичности и экологичности конструкций ДВС</p> <p>З-3 - Перечислить требования к составу и оформлению отчетов по выполненной работе</p> <p>З-4 - Характеризовать технологическую последовательность организации научных исследований двигателей</p> <p>У-1 - Проводить поиск научно-технической информации, анализировать полученную информацию и аргументировано</p>

		<p>представлять собственное мнение о проблеме</p> <p>У-2 - Назвать ближайшие и отдаленные перспективы развития ДВС</p> <p>У-3 - Анализировать и подвергать статистической обработке данные, характеризующие надёжность и безотказность двигателей</p> <p>П-1 - Демонстрировать представление о будущей профессии и инженерной деятельности в области энергетического машиностроения</p> <p>П-2 - Использовать опыт разработки технических отчётов, справок и заключений</p>
--	--	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Топлива, смазочные материалы и**  
**охлаждающие жидкости для поршневых**  
**двигателей**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Шишов Михаил Георгиевич	кандидат химических наук, старший научный сотрудник	Доцент	химической технологии топлива и промышленной экологии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Шишов Михаил Георгиевич, Доцент, химической технологии топлива и промышленной экологии

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами учебного плана и место в подготовке специалиста. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.  Химмотологическая система «топливо – смазочные материалы – техника – эксплуатация». Основные проблемы оптимизации качества топлив и смазочных материалов и повышения эффективности их использования
P2	Свойства горюче-смазочных материалов и методы оценки их качества	Общая характеристика свойств горюче-смазочных материалов, определяющих их качество. Физико-химические, эксплуатационные, экологические свойства. Методы оценки качества. Лабораторные методы определения основных физико-химических показателей, квалификационные методы, эксплуатационные испытания.
P3	Производство топлив и смазочных материалов	Нефть – основной традиционный источник получения моторных нефтепродуктов. Элементный, фракционный и групповой состав. Особенности свойств основных углеводородных и неуглеводородных компонентов нефти, влияющие на качество товарных нефтепродуктов.

		<p>Классификация и принципы получения топлив и масел. Физические и деструктивные методы получения моторных нефтепродуктов. Особенности состава продуктов первичной перегонки нефти и вторичных процессов нефтепереработки. Очистка нефтепродуктов от примесей, ухудшающих эксплуатационные свойства топлив и смазочных масел.</p>
<p><b>Р4</b></p>	<p>Топлива для двигателей внутреннего сгорания</p>	<p>Топлива для двигателей с принудительным воспламенением</p> <p>Особенности процесса смесеобразования в двигателях с принудительным воспламенением. Основные свойства бензинов, их влияние на работу двигателя. Испаряемость, последствия недостаточной и чрезмерной испаряемости. Показатели испаряемости. Фракционный состав, давление насыщенных паров бензина и их влияние на пусковые свойства, прогрев, приемистость, износ и экономичность двигателя. Явление детонации в двигателе. Причины возникновения. Детонационная стойкость бензина, влияние углеводородного состава. Показатели детонационной стойкости. Октановое число. Моторный и исследовательский методы определения октановых чисел. Сортность, октановое число смешения. Пути повышения детонационной стойкости бензинов, антидетонаторы, высокооктановые углеводородные и кислородсодержащие компоненты. Стабильность бензинов и склонность к нагарообразованию. Причины и механизм образования смол, отложений, нагаров. Показатели химической стабильности бензинов. Способы повышения химической стабильности, антиокислительные присадки, моющие присадки. Коррозионная активность бензинов, показатели коррозионной активности. Состав и ассортимент товарных бензинов. Стандарты, определяющие качество бензинов.</p> <p>Топливо для двигателей с воспламенением от сжатия.</p> <p>Дизельное топливо и особенности его использования в двигателях с воспламенением от сжатия. Основные свойства дизельных топлив. Воспламеняемость топлив и характеризующие ее показатели. Цетановое число, дизельный индекс, методы оценки. Присадки, улучшающие воспламеняемость. Антидымные присадки. Свойства, оказывающие влияние на испаряемость и смесеобразование. Фракционный состав, вязкость, плотность. Прокачиваемость дизельных топлив. Низкотемпературные свойства, влияние на прокачиваемость. Способы улучшения низкотемпературных свойств, депрессорные присадки. Химическая стабильность, коррозионная активность, пожароопасность дизельных топлив, показатели оценки. Ассортимент, состав и качество дизельных топлив. Дизельные топлива из альтернативного сырья</p> <p>Газообразные топлива</p> <p>Газообразные топлива и перспективы их применения в ДВС. Природные, попутные, промышленные газы. Моторные свойства газообразных топлив. Сжатые и сжиженные газы. Марки топлив для газобаллонных двигателей</p>

P5	Смазочные материалы	<p>Моторные масла</p> <p>Общие требования к качеству моторных масел. Смазывающие свойства моторных масел. Факторы, определяющие антифрикционные и противозадирные свойства масел. Вязкость и вязкостно-температурные свойства. Индекс вязкости, методы оценки. Проблема улучшения вязкостно-температурных свойств масел и способы ее решения. Термоокислительная стабильность масел, показатели стабильности, способы ее повышения. Моюще-диспергирующие, защитные, антикоррозийные свойства моторных масел. Склонность к образованию низкотемпературных отложений и к пенообразованию. Присадки, улучшающие качество масел. Система обозначения моторных масел. Классификация по вязкости и уровням эксплуатационных свойств. Зарубежные системы классификации. Отечественные стандарты на моторные масла.</p> <p>Трансмиссионные масла.</p> <p>Условия применения трансмиссионных масел. Смазывающая способность и вязкостно-температурные свойства. Классификация трансмиссионных масел.</p> <p>Пластичные смазки.</p> <p>Назначение смазок, их основные функции и объекты применения. Состав пластичных смазок. Дисперсионная среда, дисперсная фаза. Загустители, присадки, наполнители. Классификация. Свойства смазок и их оценка. Показатели теплостойкости, консистентности, прочностных, вязкостных свойств, коллоидной и химической стабильности, методы определения. Марки пластичных смазок и их применение.</p>
P6	Специальные жидкости	<p>Жидкости для гидравлических систем.</p> <p>Общие требования к гидравлическим жидкостям. Гидравлические масла. Виды, классификация, система обозначения. Гидравлические жидкости для амортизаторов. Тормозные жидкости. Состав, основные свойства.</p> <p>Охлаждающие жидкости.</p> <p>Требования к охлаждающим жидкостям. Вода. Жесткость воды, способы снижения. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости. Антифризы, их состав и свойства. Условия применения. Марки антифризов.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной	Вид воспитательной	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
----------------------------	--------------------	--	-------------	---------------------

деятельности	деятельности			
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	ПК-10 - Способен организовать и выполнять эксплуатацию, обслуживание, проводить измерения физических величин, техническую диагностику и наладку энергетических установок с двигателями внутреннего сгорания	З-8 - Описать методы исследования и анализа горюче-смазочных материалов, нормативные документы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Топлива, смазочные материалы и охлаждающие жидкости для поршневых двигателей

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Милованов, А. В.; Топливо и смазочные материалы : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277904> (Электронное издание)
2. Гаджиев, Г. М.; Топливо-смазочные материалы : учебное пособие. 1. Бензины и дизельные топлива; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483729> (Электронное издание)
3. Гаджиев, Г. М.; Топливо-смазочные материалы : учебное пособие. 2. Смазочные материалы; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483730> (Электронное издание)
4. ; Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564240> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Школьников, В. М., Манг, Т., Дрезель, У.; Смазочные материалы. Производство, применение, свойства : справочник.; Профессия, Санкт-Петербург; 2012 (2 экз.)
2. Магарил, Е. Р., Магарил, Р. З.; Моторные топлива : учеб. пособие.; КДУ, Москва; 2010 (5 экз.)
3. Гуреев, А. А., Лашхи, В. Л., Фукс, И. Г.; Химмотология : Учебник для вузов.; Химия, Москва; 1986 (9 экз.)
4. Стуканов, В. А.; Автомобильные эксплуатационные материалы : учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования, обучающихся по специальностям "Техн. обслуживание и ремонт

автомобил. трансп." : лаб. практикум.; ФОРУМ : ИНФРА-М, Москва; 2009 (2 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. ЭБС «Лань» Издательство «Лань»

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>

2. eLibrary ООО Научная электронная библиотека

Режим доступа: <https://elibrary.ru/>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1 Зональная научная библиотека УрФУ, [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.lib.urfu.ru>.

2 Российская Государственная Библиотека (РГБ), Москва. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.rsl.ru>.

3 Библиотека по естественным наукам РАН (БЕН РАН), Москва.[Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.benran.ru>.

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Топлива, смазочные материалы и охлаждающие жидкости для поршневых двигателей**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Динамика силовых установок с**  
**поршневыми двигателями**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Плотников Леонид Валерьевич	доктор технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Плотников Леонид Валерьевич, Доцент, турбин и двигателей

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Краткая характеристика дисциплины, её цели, задачи, объём, содержание, связь с другими учебными дисциплинами. Порядок изучения материала. Формы контроля самостоятельной работы и освоения дисциплины. Требования к результатам освоения дисциплины.
P2	Крутильные колебания валопровода силовой установки с ДВС	Основные термины и определения. Составление и упрощение расчётной схемы крутильной системы валопровода. Условия эквивалентности расчётной и действительной систем. Свободные, собственные и вынужденные колебания. Безразмерные параметры систем. Методы составления и решения частотных уравнений крутильных систем. Определение относительных амплитуд и форм колебаний. Крутильные колебания систем с трением. Силы сопротивления колебаниям. Характеристики демпфирования. Энергия, рассеиваемая при колебаниях. Определение гармонических составляющих возмущающих моментов. Работа возмущающих моментов. Расчёт вынужденных резонансных, моно- и полигармонических нерезонансных колебаний. Нестационарные колебательные процессы. Оценка опасности и способы уменьшения крутильных колебаний.
P3	Продольные, изгибные и связанные колебания в ДВС	Парциальные частоты. Продольные (осевые) и изгибные (поперечные) колебания коленчатых валов. Связанные крутильные и осевые колебания. Способы уменьшения связанности колебаний.

<b>P4</b>	Экспериментальные исследования колебаний валопровода	Цели и задачи экспериментальных исследований колебаний валопровода. Исследования на работающем двигателе и на крутильно-вибрационном стенде. Датчики и аппаратура для замеров вибро-перемещений и частотно-амплитудного спектра колебаний. Тензометрирование и торсиографирование.
<b>P5</b>	Колебания силовой установки с ДВС на упругой подвеске	Динамическая модель силовой установки. Определение положения центра масс и моментов инерции силовой установки. Основные свойства резинометаллических амортизаторов. Определение жесткости амортизаторов и подвески. Возмущающие воздействия на силовую установку, вызываемые работой двигателя. Свободные и вынужденные колебания силовой установки на упругой подвеске. Силы, действующие на подвеску. Допустимые нагрузки на амортизаторы. Выбор подвески для эффективной виброизоляции силовой установки. Влияние вибрации на технические объекты и человека.
<b>P6</b>	Измерения вибрации и шума при испытаниях ДВС	Задача виброшумовых испытаний. Виброактивность, виброустойчивость, вибропрочность. Измеряемые параметры уровней вибрации и шума. Диапазоны интенсивности вибрации для различных машин.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	ПК-10 - Способен организовать и выполнять эксплуатацию, обслуживание, проводить измерения физических величин, техническую диагностику и наладку энергетических установок с двигателями внутреннего сгорания	3-6 - Объяснять принцип работы, устройство и конструктивные особенности топливной аппаратуры современных двигателей

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Динамика силовых установок с поршневыми двигателями

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Системы питания и пуска двигателей : методическое пособие.; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), Санкт-Петербург, 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276970> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Шароглазов, Б. А., Шароглазов, Б. А.; Поршневые двигатели: теория, моделирование и расчет процессов : учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания" для студентов вузов, обучающихся по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение".; ЮУрГУ, Челябинск; 2011 (10 экз.)

2. , Чайнов, Н. Д.; Конструирование двигателей внутреннего сгорания : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" направления подгот. "Энергомашиностроение".; Машиностроение, Москва; 2011 (5 экз.)

3. , Луканин, В. Н.; Двигатели внутреннего сгорания : Учеб. для вузов: В 3 кн. Кн. 2. Динамика и конструирование ; Высш. шк., Москва; 1995 (11 экз.)

4. ; Дизели : Справочник.; Машиностроение, Ленинград; 1977 (6 экз.)

5. Габов, Ю. А.; Динамика силовых установок с поршневыми двигателями : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (25 экз.)

6. Карасик, А. Б.; Конструирование и оценка прочности основных деталей двигателей внутреннего сгорания : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (63 экз.)

7. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции: Атлас Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (25 экз.)

8. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции : Атлас. Ч. 2. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (26 экз.)

9. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции : атлас. Ч. 3. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (26 экз.)

10. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции : атлас. Ч. 4. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (26 экз.)

11. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции : атлас. Ч. 5. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (26 экз.)

12. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции : атлас. Ч. 6. ; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005 (26 экз.)

13. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции : атлас. Ч. 7. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (25 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Шестаков Д.С., Солнцев Д.М.; Газодинамический расчет турбо-компрессора для наддува двигателя внутреннего сгорания: учеб-метод. пособие; Из-во Уральского университета: Екатеринбург. 2021. 76 с.

[https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/100375/1/978-5-7996-3274-8\\_2021.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/100375/1/978-5-7996-3274-8_2021.pdf)

## Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. eLibrary ООО Научная электронная библиотека. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
2. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Динамика силовых установок с поршневыми двигателями

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Экспериментальные исследования и**  
**испытания двигателей**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Плотников Леонид Валерьевич	доктор технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Плотников Леонид Валерьевич, Доцент, турбин и двигателей

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Методы научного познания. Понятие о научной теории и её компоненты. Компоненты научных теорий, лежащих в основе исследуемых процессов, реализуемых в ДВС.
P2	Программа и виды испытаний	Объект, общие положения и цель испытаний. Виды и объёмы испытаний. Условия и порядок их проведения. Материально-техническое и метрологическое обеспечение испытаний. Условия и порядок проведения испытаний. Предварительная обработка, анализ и оценка результатов испытаний. Порядок отчётности о проведенных испытаниях.
P3	Испытательные лаборатории (станции) и стенды	Испытательные лаборатории. Сертификация, аккредитация, идентификация. Планировки испытательных лабораторий и стендов, фундаменты и установка двигателя. Стендовые системы. Типы и конструкции тормозных устройств стендов. Характеристики тормозных устройств. Условия устойчивости совместной работы двигателя и тормоза. Преимущества и недостатки гидравлических, электрических и индукторных тормозов. Стенды для испытаний узлов и агрегатов двигателей.
P4	Средства и методы измерений	Определение тормозных моментов. Измерение частоты вращения коленчатого вала и определение мощности двигателя. Измерения давлений. Измерения температур. Измерения расходов жидкостей и газов. Индицирование двигателей. Виды и структура научно-исследовательских работ.

<b>P5</b>	Характеристики двигателей	Скоростные характеристики двигателей с принудительным воспламенением и дизельных. Виды характеристик. Регуляторные характеристики дизельных двигателей. Регулировочные характеристики по составу смеси двигателей с принудительным воспламенением и дизельных. Регулировочные характеристики по углу опережения начала впрыска дизельных двигателей и по углу опережения зажигания двигателей с принудительным воспламенением. Нагрузочные характеристики двигателей с принудительным воспламенением и дизельных. Детонационные характеристики двигателей с принудительным воспламенением. Многопараметровые характеристики. Методики формирования характеристик двигателей. Приведение результатов испытаний к стандартным атмосферным условиям.
<b>P6</b>	Экспериментальное определение индикаторных показателей рабочего цикла	Методика обработки индикаторных диаграмм. Индикаторные показатели и процессы тепловыделения, кпд сгорания и фактор совершенства рабочего цикла. Характеристики внутренних потерь. Механический кпд. Влияние конструктивных, регулировочных и режимных факторов на характеристики тепловыделения.
<b>P7</b>	Исследования тепловой и механической напряжённости деталей двигателей	Методики термометрирования корпусных деталей и деталей цилиндропоршневой группы. Методики тензометрирования деталей. Оценка влияния показателей рабочего цикла двигателя на тепловую и механическую напряжённости деталей цилиндропоршневой группы.
<b>P8</b>	Исследования надёжности двигателей	Определение показателей и контроль соответствия надёжности двигателя заданным требованиям. Испытания на безотказность. Испытания на износостойкость (ускоренные испытания).
<b>P9</b>	Экспериментальное определение токсичности, дымности отработавших газов и шумности двигателей.	Нормативно-техническая документация по оценке выбросов вредных веществ с отработавшими газами, дымности и шумового воздействия. Определение выбросов газообразных вредных веществ. Определение показателей каталитического нейтрализатора отработавших газов. Определение дымности отработавших газов дизелей.
<b>P10</b>	Испытания узлов и агрегатов двигателей	Испытания узлов систем топливоподачи дизелей. Характеристики впрыска топлива. Испытания узлов систем топливоподачи двигателей с принудительным воспламенением. Испытания и настройка агрегатов наддува.
<b>P11</b>	Планирование экспериментальных исследований	Формализация представлений о хорошем эксперименте. Выбор вида математической модели. Выбор уровней и кодирование факторов. Составление матрицы планирования эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Реализация плана эксперимента.
<b>P12</b>	Обработка результатов измерений	Обработка прямых и косвенных измерений. Округление приближённых чисел. Виды измерений. Классификация погрешностей. Методы подбора эмпирических формул по



		данным эксперимента. Вероятностные свойства серии измерений. Численные методы оптимизации.
--	--	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	ПК-10 - Способен организовать и выполнять эксплуатацию, обслуживание, проводить измерения физических величин, техническую диагностику и наладку энергетических установок с двигателями внутреннего сгорания	П-6 - Использовать информационные базы для проведения исследований

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Экспериментальные исследования и испытания двигателей

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Кираковский, Н. Ф.; Стационарные двигатели внутреннего сгорания (контроль, наладка, испытание) : практическое пособие.; Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Киев; 1955; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220948> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Пахомов, Ю. А.; Основы научных исследований и испытаний тепловых двигателей : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение".; ТрансЛит, Москва; 2014 (5 экз.)

2. Шароглазов, Б. А., Шароглазов, Б. А.; Поршневые двигатели: теория, моделирование и расчет процессов : учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания" для студентов вузов, обучающихся по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение".; ЮУрГУ, Челябинск; 2011 (10 экз.)

3. , Луканин, В. Н.; Двигатели внутреннего сгорания : Учеб. для вузов: В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов; Высш. шк., Москва; 1995 (10 экз.)
4. Кульчицкий, А. Р.; Токсичность автомобильных и тракторных двигателей : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 651200 "Энергомашиностроение" специальности 101200 "Двигатели внутреннего сгорания".; Академический Проект, Москва; 2004 (15 экз.)
5. Кондрашов, А. П.; Основы физического эксперимента и математическая обработка результатов измерений : Учеб. для сред. спец. учеб. заведений.; Атомиздат, Москва; 1977 (5 экз.)
6. Вентцель, Е. С.; Теория вероятностей и ее инженерные приложения : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 2000 (18 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Шестаков Д.С., Солнцев Д.М.; Газодинамический расчет турбо-компрессора для наддува двигателя внутреннего сгорания: учеб-метод. пособие; Из-во Уральского университета: Екатеринбург. 2021. 76 с.

[https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/100375/1/978-5-7996-3274-8\\_2021.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/100375/1/978-5-7996-3274-8_2021.pdf)

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://elibrary.ru> – Научная библиотека Elibrary.ru.
2. <http://www.polpred.com> – база данных POLPRED.com.
3. <http://lib.urfu.ru/> - Зональная научная библиотека

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Экспериментальные исследования и испытания двигателей**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Не требуется

2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется