

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
1156561	Конструирование двигателей внутреннего сгорания

Екатеринбург

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

Программа модуля составлена авторами:

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

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Конструирование двигателей внутреннего сгорания**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплины «Конструирование двигателей внутреннего сгорания». В модуле «Конструирование двигателей внутреннего сгорания» рассматриваются конструкции, принципы функционирования, показатели, условия работы систем ДВС различных типов и назначений. Модуль раскрывает практические вопросы, связанные с проектированием двигателей внутреннего сгорания, рассматривает комплекс теоретических знаний и технических решений, связанных с компоновкой двигателей, динамическим и прочностным анализом их механизмов и узлов, а также с обеспечением заданных ресурса и надежности. В модуле изучаются компоновки и конструкции поршневых двигателей, принципы расчета кинематики и динамики КШМ, а также способы уравнивания 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	Конструирование двигателей внутреннего сгорания	10
ИТОГО по модулю:		10

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Основы конструирования тепловых двигателей2. Теплотехника
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Рабочие процессы поршневых и комбинированных двигателей2. Изготовление двигателей внутреннего сгорания

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

<p>Конструирование двигателей внутреннего сгорания</p>	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p>
	<p>ОПК-5 - Способен разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов</p>	<p>З-1 - Классифицировать основные виды и формы организационно-технической и проектной документации, используемые в области профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать назначение основных нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих профессиональную деятельность</p> <p>У-2 - Учитывать требования основных нормативных документов и справочные данные при разработке и оформлении технической, проектной и эксплуатационной документации в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Оформлять и согласовывать техническую проектную и эксплуатационную документацию</p> <p>П-2 - Контролировать соответствие разрабатываемой документации действующим нормативным требованиям</p>

		<p>П-3 - Выполнять задания в области профессиональной деятельности, следуя требованиям технической проектной и эксплуатационной документации</p>
	<p>ПК-9 - Способен принимать обоснованные решения на этапе проектирования энергоустановок на базе поршневых двигателей внутреннего сгорания, используя инженерные методики расчетов и САПР</p>	<p>З-4 - Характеризовать особенности функционирования систем охлаждения двигателей на энергетических установках различного назначения</p> <p>З-5 - Демонстрировать знание назначения, области применения, направления развития САПР-технологий в энергетическом машиностроении</p> <p>З-6 - Перечислить принципы выбора моделей и расчётных схем динамических систем в зависимости от условий работы и конструктивных особенностей установок с поршневыми двигателями</p> <p>З-7 - Характеризовать основные принципы конструирования двигателей и их узлов</p> <p>У-4 - Производить расчет системы охлаждения для разных типов поршневых двигателей внутреннего сгорания</p> <p>У-5 - Применять прикладные программы САПР для решения производственно-технологических задач в энергетическом машиностроении</p> <p>У-6 - Решать практические задачи кинематики, динамики и уравнивания ДВС</p> <p>У-7 - Разрабатывать компоновку и конструкцию основных деталей двигателя в объеме эскизного проекта</p> <p>П-3 - Использовать практические навыки проектирования и обслуживания систем поршневых ДВС</p> <p>П-4 - Использовать навыки работы в САПР-продуктах, позволяющих проектировать, моделировать и управлять жизненным циклом энергетических установок с ДВС</p> <p>П-5 - Определять силы и моменты, действующие на детали двигателя внутреннего сгорания, производить</p>

		проектировочные и проверочные расчеты деталей на прочность П-6 - Реализовывать алгоритм решения прочностной задачи в области двигателестроения с помощью компьютерного пакета
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Конструирование двигателей внутреннего
сгорания

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Вьюхин Алексей Владимирович	без степени, без звания	Старший преподавате ль	турбин и двигателей
2	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:

- Вьюхин Алексей Владимирович, Старший преподаватель, турбин и двигателей
- 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	Цель и задачи дисциплины. Обзор развития двигателестроения. Направления развития двигателестроения и задачи стоящие перед отечественным двигателестроением.
P2	Общее устройство и основные показатели двигателей внутреннего сгорания (ДВС)	Общее устройство поршневых ДВС. Основные показатели, характеризующие совершенство конструкции двигателя. Классификация ДВС.
P3	Кинематика кривошипно-шатунного механизма	Типы КШМ. Кинематика центрального КШМ. Кинематика дезаксильного КШМ. Особенности КШМ с прицепным шатуном. Погрешность расчетов кинематики.
P4	Силовой анализ механизмов	Основные силовые факторы, расчетные режимы и положения механизма. Приведение масс движущихся деталей КШМ. Силы давления газов. Силы инерции. Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ. Векторные диаграммы сил, действующих на шейки и подшипники коленчатого вала. Диаграммы износа шеек коленчатого вала. Крутящие моменты, передающиеся шейками коленчатого вала.
P5	Неравномерность частоты вращения вала двигателя. Расчет маховика	Общие сведения о неравномерности вращения коленчатого вала двигателя, способах уменьшения. Принцип расчета маховика поршневого ДВС.

P6	Неуравновешенность и уравнивание двигателей	Общие сведения. Уравнивание центробежных сил. Уравнивание сил инерции ПДМ в одноцилиндровом двигателе. Анализ неуравновешенности и уравнивание однорядных двигателей. Анализ неуравновешенности двухцилиндрового V-образного двигателя с общим кривошипом. Анализ неуравновешенности многоцилиндровых V-образных двигателей. Особенности балансировки несимметричных коленчатых валов ДВС. Критерии неуравновешенности двигателей.
P7	Принципы и задачи конструирования	Общие принципы конструирования. Принципы конструирования ДВС. Этапы проектирования нового двигателя. Выбор основных параметров при проектировании нового двигателя. Компоновка двигателя. Выполнение компоновочных чертежей. Общая характеристика САПР двигателей.
P8	Предпосылки к расчету деталей двигателя на прочность	Общие сведения. Расчетные режимы. Усталостное разрушение деталей от действия переменных нагрузок. Принципы расчета на прочность с учетом переменных нагрузок. Учет тепловой напряженности при проектировании.
P9	Корпусные детали и цилиндрическая группа	Корпус (остов) двигателя. Цилиндр двигателя и втулки цилиндра. Особенности конструирования цилиндров двигателя с воздушным охлаждением. Картер. Силовые схемы соединения корпусных деталей. Расчет втулки цилиндра. Расчет крышек коренных подшипников. Конструирование головки (крышки) цилиндра. Особенности головок цилиндров с воздушным охлаждением. Материалы головок цилиндров. Уплотнение газового стыка. Расчетная оценка элементов газового стыка. Материалы и мероприятия по повышению работоспособности элементов крепления.
P10	Поршневая группа	Основные требования, предъявляемые к поршневой группе. Основы конструирования поршней. Анализ основных геометрических и конструктивных параметров поршней. Поршни малооборотных крейцкопфных двигателей. Материалы поршней. Расчетная оценка элементов поршня. Поршневые кольца. Работа поршневых колец. Конструкция поршневых колец. Материалы и покрытия поршневых колец. Расчет поршневых колец.
P11	Шатунная группа	Конструктивный обзор. Основы конструирования элементов шатуна. Верхняя головка шатуна. Кривошипные головки. Шатунные болты. Материалы и упрочнение шатунов. Понятие о методиках расчета шатунов. Упрощенная методика расчета шатуна. Расчет поршневой головки. Расчет стержня шатуна. Расчет кривошипной головки шатуна. Расчет шатунных болтов.
P12	Коленчатый вал	Общие положения. Основы конструирования элементов коленчатого вала. Шейки коленчатого вала. Щеки. Противовесы. Методы повышения прочности коленчатых валов. Расчет коленчатого вала на прочность. Порядок расчета коренных шеек. Порядок расчета шатунных шеек. Порядок расчета щек.

P13	Маховик	Особенности и конструктивный обзор.
P14	Механизм газораспределения	Общие сведения о механизме газораспределения (МГР). Основы конструирования клапанных МГР. Компоновка клапанов МГР. Привод клапанов и распределительного вала МГР. Элементы МГР. Клапаны. Направляющие втулки. Пружины клапанов. Штанги, коромысла, траверсы. Толкатели. Распределительные валы. Определение основных параметров МГР. Профилирование кулачков. Кинематика и динамика клапана. Способы профилирования кулачков. Порядок профилирования кулачка по выбранному образованию профиля (выпуклый, тангенциальный и вогнутый профили). Принципы построения профилей кулачков по заданному закону движения клапана. Силы, действующие в клапанном механизме. Расчет пружины клапана. Выбор характеристики пружины. Порядок определения размеров пружины. Расчетная оценка на прочность деталей привода МГР. Общий принцип расчета распределительного вала. Золотниковое газораспределение (общие сведения). Органы газораспределения двухтактных двигателей (общие сведения).
P15	Двигатели внутреннего сгорания, не имеющие кривошипно-шатунного механизма	Роторно-поршневые двигатели. Бесшатунные двигатели Баландина. Двигатели со свободно движущимися поршнями. Свайные дизель-молоты.
P16	Перспективы и тенденции развития современных двигателей внутреннего сгорания	Основные направления развития двигателей внутреннего сгорания. Современные тенденции совершенствования конструкций ДВС.

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»,	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	ПК-9 - Способен принимать обоснованные решения на этапе проектирования энергоустановок на базе поршневых двигателей внутреннего сгорания, используя инженерные методики расчетов и САПР	3-7 - Характеризовать основные принципы конструирования двигателей и их узлов

	«студент-группа студентов»			
--	----------------------------	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование двигателей внутреннего сгорания

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Общее устройство, механизмы, системы смазки и охлаждения тракторных двигателей : учебное пособие.; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), Санкт-Петербург; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276964> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , 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.)
2. ; Двигатели внутреннего сгорания : Системы поршневых и комбинированных двигателей : Учебник для вузов.; Машиностроение, Москва; 1973 (1 экз.)
3. ; Дизели : Справочник.; Машиностроение, Ленинград; 1977 (6 экз.)
4. ; Двигатели внутреннего сгорания : Системы поршневых и комбинированных двигателей : Учебник для вузов.; Машиностроение, Москва; 1973 (1 экз.)
5. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции: Атлас Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (25 экз.)
6. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции : Атлас. Ч. 2. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (26 экз.)
7. Тимошенко, Н. Д.; Двигатели внутреннего сгорания. Компоновки и конструкции : атлас. Ч. 3. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (26 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

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

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование двигателей внутреннего сгорания

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 используется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не используется
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Google Chrome

		<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</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 используется