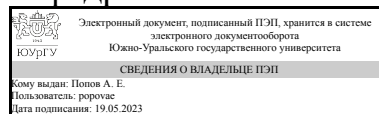


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



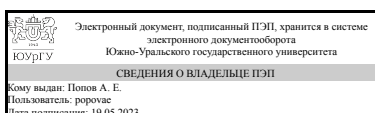
А. Е. Попов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.10 Виртуальные и стендовые испытания двигателей для направления 13.03.03 Энергетическое машиностроение
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Инжиниринг двигателей внутреннего сгорания
форма обучения очная
кафедра-разработчик Двигатели внутреннего сгорания

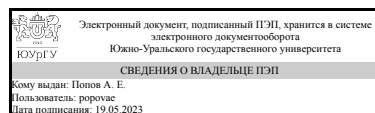
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 145

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



А. Е. Попов

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



А. Е. Попов

1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: 1. Изучение правил и порядка организации и проведения всех видов испытаний двигателей внутреннего сгорания. 2. Знакомство с современными испытательными стендами, оборудованием, измерительной аппаратурой. 3. Изучение методов организации виртуальных испытаний с применением технологии цифровых двойников

Задача дисциплины - формирование знаний в области организации экспериментальных исследований процессов в поршневых двигателях и испытаний двигателей внутреннего сгорания.

Краткое содержание дисциплины

Организация исследований двигателей. Основы электрических измерений неэлектрических величин. Измерение давлений в жидкостях и газах, перемещений твердых тел, скоростей потоков жидкостей и газов, температур твердых тел. Виды и методы испытаний. Установки и приборы для испытаний. Тормозные установки. Измерение крутящего момента. Измерение времени и частоты вращения. Измерение температуры и давления. Измерение скоростей и расходов жидкостей и газов. Определение состава и дымности отработавших газов. Измерение шума и вибрации двигателя. Индицирование двигателей. Основные понятия о цифровых двойниках двигателей. Используемое программное обеспечение. Способы организации и проведения виртуальных испытаний

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	Знает: Методы и способы проведения испытаний двигателей; устройство и принцип работы испытательных стендов Умеет: Составлять программы и методики испытаний двигателей для определения работоспособности применяемых технических решений Имеет практический опыт: Работы с испытательным оборудованием и приборами

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Системы диагностирования двигателей внутреннего сгорания, Экологическая безопасность транспортных средств, Моделирование и расчет рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания, Модернизация и совершенствование конструкции поршневых двигателей, Организация и технология проведения сервисного обслуживания двигателей,	Не предусмотрены

Прикладное программирование, Техническая диагностика и ремонт двигателей	
---	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Техническая диагностика и ремонт двигателей	Знает: Основные принципы проведения работ по диагностике двигателей внутреннего сгорания и его электронного оборудования Умеет: Имеет практический опыт: Работы с диагностическим оборудованием и программами диагностики
Экологическая безопасность транспортных средств	Знает: Нормы экологического права, требования, предъявляемые к объектам энергетического машиностроения, по токсичности отработавших газов Умеет: Применять нормы экологического права и природопользования при определении технических решений Имеет практический опыт: Работы с приборами и оборудованием по определению токсичности отработавших газов
Моделирование и расчет рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания	Знает: достижения науки и техники, передовой и зарубежный опыт в организации процессов ДВС, Информационные источники в области рабочих процессов поршневых ДВС, методы моделирования, расчета и оптимизации рабочих процессов Умеет: использовать современные информационные технологии для моделирования процессов в системах и агрегатах ДВС, Применять теоретические знания для решения практических задач Имеет практический опыт: Выполнения научно-исследовательских работ, приёмами и методами моделирования процессов, протекающих в поршневых энергетических установках, методами их графического интерпретирования и отображения в распространённых системах координат
Системы диагностирования двигателей внутреннего сгорания	Знает: Основные принципы проведения работ по диагностике двигателей внутреннего сгорания и его электронного оборудования Умеет: Имеет практический опыт: Работы с диагностическим оборудованием и программами диагностики
Прикладное программирование	Знает: Основные методики и принципы расчета рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания Умеет: Составлять простейшие алгоритмы (программы) расчета объектов энергетического машиностроения Имеет практический опыт: Выполнения расчетов с использованием простейших языков программирования
Организация и технология проведения сервисного обслуживания двигателей	Знает: Нормы и правила сервисного обслуживания поршневых двигателей Умеет: Читать техническую и нормативную документацию Имеет практический опыт:

	Проведения сборочно-разборочных операций систем и механизмов двигателей внутреннего сгорания
Модернизация и совершенствование конструкции поршневых двигателей	Знает: Принципы выработки и практического принятия технических решений при осуществлении процессов будущей профессиональной деятельности Умеет: Технически грамотно аргументировать рекомендуемое техническое решение, основываясь на знаниях, умениях и навыках, полученных в процессе обучения Имеет практический опыт: Методами реализации принимаемых технических решений в сфере профессиональной деятельности

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 68,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	60	60	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	36	36	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	39,5	39,5	
Подготовка к экзамену	15,5	15,5	
Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции	24	24	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Организация исследований двигателей	2	2	0	0
3	Основы электрических измерений неэлектрических величин	2	2	0	0
4	Измерение давлений в жидкостях и газах, перемещений твердых тел, скоростей потоков жидкостей и газов, температур твердых тел	8	2	0	6
5	Виды и методы испытаний. Установки и приборы для испытаний	10	2	0	8
6	Тормозные установки. Измерение крутящего момента	14	2	0	12

7	Измерение частоты вращения	2	2	0	0
8	Измерение температуры и давления	2	2	0	0
9	Индицирование. Автоматизированные ИИС	8	2	0	6
10	Программное обеспечение для создания цифровых двойников двигателей внутреннего сгорания	6	2	0	4
11	Программное обеспечение для создания виртуальных испытательных стендов и проведения виртуальных испытаний цифровых двойников ДВС	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Задачи дисциплины	2
2	2	Организация стендовых экспериментальных исследований поршневых двигателей	2
3	3	Датчики, усилители, осциллографы. Основные принципы измерений. Устройство и работа датчиков и вторичных приборов	2
4	4	Измерение давлений в жидкостях и газах, перемещений твердых тел, скоростей потоков жидкостей и газов, температур твердых тел. Особенности регистрации быстроизменяющихся параметров жидкостей, газов и твердых тел	2
5	5	Виды испытаний – стендовые и эксплуатационные. Стандарты на испытания. Комплектность двигателя. Методы определения параметров и характеристик. Обкатка двигателей на стендах и в эксплуатации. Детонационные испытания. Ускоренные стендовые испытания на надежность. Испытательные станции, лаборатории, стенды. Классификация основных приборов и устройств	2
6	6	Тормозные установки. Требования к ним. Моменты, действующие в тормозе. Классификация тормозных установок. Гидравлические тормоза. Уравнение тормозного момента и мощности тормоза. Характеристика тормоза. Индукторные тормоза, характеристика. Электрические тормоза постоянного и переменного тока, их характеристики. Установки с отдачей энергии в сеть. Устойчивость и стабильность работы тормозов. Измерение крутящего момента. Классификация устройств. Маятниковые весы, силоизмерительные системы, торсионные динамометры с тензо-, фото- и индуктивными датчиками	2
7	7	Измерение времени и частоты вращения. Тахометры электронные, стробоскопические	2
8	8	Измерение температуры и давления. Устройства для измерения стационарных и нестационарных температур рабочих сред. Измерение температур деталей. Измерение давлений в жидкостях и газах	2
9	9	Индицирование двигателей. Автоматизированные информационно-измерительные системы (ИИС). Электрические индикаторы, характеристики их датчиков. Стробоскопические индикаторы, измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) для испытания и индицирования двигателей	2
10	10	Виды цифровых двойников поршневых двигателей внутреннего сгорания и отдельных процессов. Существующие программные комплексы для создания цифровых двойников ДВС. Алгоритм создания цифрового двойника ДВС	2
11	11	Виды виртуальных испытательных стендов для поршневых двигателей внутреннего сгорания и отдельных процессов. Существующие программные комплексы для создания виртуального испытательного стенда ДВС. Алгоритм создания и проведения виртуальных испытаний ДВС	4

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	4	Тарировка датчика давления	6
2	5	Испытание двигателя по влиянию режимных факторов на показатели двигателя с электротормозом переменного тока	4
3	5	Испытание двигателя по влиянию режимных факторов на показатели двигателя с гидравлическим нагрузочным устройством	4
4	6	Гидравлический тормоз. Характеристика тормоза	6
5	6	Электротормоз переменного тока. Характеристика электротормоза	6
6	9	Индицирование двигателя	6
7	10	Создание цифрового двойника поршневого двигателя внутреннего сгорания	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Райков, И. Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания Учеб. для студ. вузов. - М.: Высшая школа, 1975. - 320 с. ил.	8	15,5
Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции	Испытания двигателей внутреннего сгорания Б. С. Стефановский, Ю. М. Доколин, В. П. Сорокин и др.; Ред. Е. К. Корси. - М.: Машиностроение, 1972. - 367 с. ил.	8	24

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Письменный опрос (тестирование) №1	1	10	Письменный опрос (тестирование) №1 проводится на 6й неделе семестра. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов.	экзамен

						<p>Время, отведенное на подготовку - 20 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 10.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	
2	8	Текущий контроль	Письменный опрос (тестирование) №2	1	12	<p>Письменный опрос (тестирование) №2 проводится на последней неделе семестра.</p> <p>Студенту задаются 6 вопросов из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на подготовку - 20 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 12.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	экзамен
3	8	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	36	<p>Экзамен проводится в форме письменного (компьютерного) тестирования.</p> <p>Студенту задаются 18 вопросов из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на подготовку - 60 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p>	экзамен

					Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 36. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в форме письменного (компьютерного) тестирования. Тест состоит из 18 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-3	Знает: Методы и способы проведения испытаний двигателей; устройство и принцип работы испытательных стендов	+	+	+
ПК-3	Умеет: Составлять программы и методики испытаний двигателей для определения работоспособности применяемых технических решений	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: Работы с испытательным оборудованием и приборами	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Шароглазов, Б. А. Поршневые двигатели : теория, моделирование и расчет процессов [Текст : непосредственный] учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутр. сгорания" по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение" Б. А. Шароглазов, В. В. Шишков ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 524, [1] с. ил. 1 электрон. опт. диск

б) дополнительная литература:

1. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинир. двигателей Учеб. для студ. вузов В. П. Алексеев и др.; Под общ. ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 288 с. ил.

2. Кузнецов, И. Н. Основы научных исследований [Текст] учеб. пособие И. Н. Кузнецов. - М.: Дашков и К, 2013. - 282 с. 21 см.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Фарафонов, М. Ф. Испытания ДВС. Установки и приборы Учеб. пособие по спец. 101200 "Двигатели внутр. сгорания" ЧГТУ, Каф. Двигатели внутр. сгорания. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 155,[1] с.

2. Фарафонов, М. Ф. Испытания ДВС. Виды и методы Учеб. пособие ЧГТУ, Каф. Двигатели внутр. сгорания. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1994. - 77 с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Фарафонов, М. Ф. Испытания ДВС. Установки и приборы Учеб. пособие по спец. 101200 "Двигатели внутр. сгорания" ЧГТУ, Каф. Двигатели внутр. сгорания. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 155,[1] с.

2. Фарафонов, М. Ф. Испытания ДВС. Виды и методы Учеб. пособие ЧГТУ, Каф. Двигатели внутр. сгорания. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1994. - 77 с. ил.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Демина, Л.Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2010. — 292 с. https://e.lanbook.com/

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий

Лабораторные занятия	113(тк) (Т.к.)	Стенды для испытаний двигателей внутреннего сгорания: «Универсальный стенд фирмы AVL(Австрия) для испытаний двигателей», «Рабочие процессы бензиновых двигателей», «Рабочие процессы дизелей»
Лекции	123 (2)	Меловая доска, настенные планшеты по основным системам ДВС
Экзамен	123 (2)	Настенные планшеты по основным системам ДВС, макеты поршневых двигателей и их систем
Практические занятия и семинары	124 (2)	Настенные планшеты по основным системам ДВС, макеты поршневых двигателей и их систем