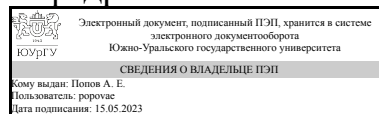


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



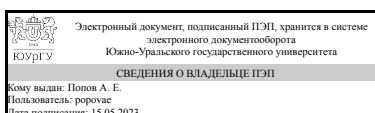
А. Е. Попов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.04 Ресурсоэффективные технологии в двигателестроении  
для направления 13.04.03 Энергетическое машиностроение  
уровень Магистратура  
магистерская программа Энерго- и ресурсоэффективные поршневые двигатели  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Двигатели внутреннего сгорания

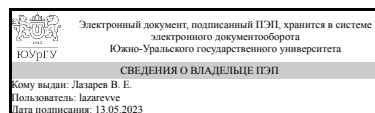
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 149

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



А. Е. Попов

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



В. Е. Лазарев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – изучение основных принципов функционирования и перспектив развития трибосопряжений в современных поршневых и комбинированных ДВС, а также основных методов, средств проектирования и совершенствования сопряжений энергоэффективных двигателей. К основным задачам дисциплины относится ознакомление с: – основными принципами совершенствования конструкции узлов трения энергоэффективных ДВС, принципами снижения материалоемкости, массы сопряжений, повышение надежности и ресурса; – правилами применения материалов и технологий для повышения износостойкости и несущей способности пар трения; – особенностями использования новых антифрикционных и фрикционных материалов с улучшенными параметрами, не содержащих асбест, свинец, соединения тяжелых металлов и другие токсичные и канцерогенные вещества; – совершенствованием конструкции уплотнений, обеспечивающих низкий уровень трения, герметичность и исключают попадание абразива в сопряжения.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина "Ресурсоэффективные технологии в двигателестроении" предусматривает знакомство обучающихся с современными средствами и методами анализа процессов в трибосопряжениях поршневых и комбинированных двигателей, основами моделирования и расчета основных триботехнических параметров и способами минимизации механических потерь. К основным разделам дисциплины относят: - функциональная модель взаимодействия тел трения и микрорельеф шероховатости контактного слоя; - анализ взаимодействия контактных слоев и методы моделирования микрорельефа шероховатости трибосопряжений; - оценка параметров при трении скольжения в трибосопряжениях ресурсоэффективных ДВС; - оценка параметров изнашивания и ресурса в основном периоде работы сопряжения; - гидродинамическое трение в подшипниках поршневых и комбинированных ДВС.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность использовать методы решения задач оптимизации параметров различных систем	Знает: Теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках, методы расчетного анализа объектов профессиональной деятельности

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Методы подобия физических процессов, Совершенствование рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания	Тепловая и механическая напряженность поршневых двигателей

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

Дисциплина	Требования
Методы подобия физических процессов	Знает: Методы математического моделирования, используемые при проектировании поршневых и комбинированных ДВС Умеет: Применять на практике методы математического моделирования Имеет практический опыт: Терминологией и основами теории подобия и методов математического моделирования
Совершенствование рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания	Знает: Теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах Умеет: Анализировать и оценивать степень совершенства рабочих процессов в энергетических машинах Имеет практический опыт: Базовыми знаниями и навыками анализировать рабочие процессы в энергетических машинах

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5	
Выполнение задания по оценке ресурса трибосопряжений ДВС	69,5	69,5	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
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	Основные трибосопряжения двигателей внутреннего сгорания и применяемые конструкционные материалы	2	2	0	0

2	Функциональная модель взаимодействия тел трения и микрорельеф шероховатости контактного слоя	6	6	0	0
3	Анализ взаимодействия контактных слоев и методы моделирования микрорельефа шероховатости трибосопряжений	14	6	8	0
4	Оценка параметров при трении скольжения в трибосопряжениях ресурсоэффективных ДВС	20	8	12	0
5	Оценка параметров изнашивания и ресурса в основном периоде работы сопряжения	14	6	8	0
6	Гидродинамическое трение в подшипниках поршневых и комбинированных ДВС	8	4	4	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Перечень основных трибосопряжений ресурсоэффективных ДВС и принципов их функционирования. Особенности конструкции узлов трения поршневых и комбинированных двигателей. Применяемые материалы и способы изготовления элементов сопряжений ДВС.	2
2-4	2	Основные подходы к анализу параметров шероховатости. Геометрические и триботехнические параметры контактного слоя. Контактные давления, соотношения площадей контактирования. Измерительная аппаратура и методы исследования шероховатости.	6
5-6	3	Математические модели контактного слоя сопряжения с учетом микрорельефа шероховатости. Матрично-спектральная, ортогональная и фрактальная модели. Амплитуда шероховатости и функция спектральной плотности. Методы получения и цифровой обработки профилограмм поверхностей, полученных различными способами обработки.	2
7-9	3	Математические модели контактного слоя сопряжения с учетом микрорельефа шероховатости. Матрично-спектральная, ортогональная и фрактальная модели. Амплитуда шероховатости и функция спектральной плотности. Методы получения и цифровой обработки профилограмм поверхностей, полученных различными способами обработки.	4
10-11	4	Виды и характер трения при контактном взаимодействии в сопряжениях поршневых и комбинированных ДВС. Виды контактного взаимодействия. Упругий и пластический контакт. Измерительная аппаратура для оценки коэффициента и силы трения в сопряжениях.	4
12-13	4	Виды и характер трения при контактном взаимодействии в сопряжениях поршневых и комбинированных ДВС. Виды контактного взаимодействия. Упругий и пластический контакт. Измерительная аппаратура для оценки коэффициента и силы трения в сопряжениях.	4
14-16	5	Механическая задача при трении и изнашивании сопряжений. Оценка распределения деформаций и напряжений по поверхности и в объеме контактного слоя трибосопряжений. Параметры молекулярно-механической, энергетической и комбинированной теорий трения и изнашивания. Теоретическая и экспериментальная оценка основных параметров изнашивания и ресурса сопряжений в основном периоде эксплуатации	6
17-18	6	Основные параметры и характеристики гидродинамического (жидкостного) трения в сопряжениях энергоэффективных ДВС. Формула Петрова. Коэффициент, сила и момент трения в сопряжениях гидродинамического трения. Уравнение Рейнольдса для гидродинамических сопряжений. Диаграмма Герси-Штрайбека.	4



			мероприятия			ется в ПА	
1	3	Текущий контроль	Тестовые задания	1	6	<p>Письменный опрос (тестирование) №1 проводится на 4-й неделе семестра. Студенту задаются с 1-го по 6-ой вопрос из списка контрольных вопросов. 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 1 баллу.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 6.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>Оценка "отлично" выставляется при рейтинге обучающегося за мероприятие больше или равно 90 %.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется при рейтинге обучающегося за мероприятие в интервале от 75 до 90 %.</p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется при рейтинге обучающегося за мероприятие в интервале от 60 до 75 %.</p> <p>При рейтинге обучающегося за мероприятие менее 60 % контрольное мероприятие считается не пройденным.</p>	экзамен
2	3	Промежуточная аттестация	Тестовые задания	-	6	<p>Письменный опрос (тестирование) №2 проводится на 8-й неделе семестра. Студенту задаются с 7-го по 12-ый вопрос из списка контрольных вопросов. 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 1 баллу.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 6.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>Оценка "отлично" выставляется при рейтинге обучающегося за мероприятие больше или равно 90 %.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется при рейтинге обучающегося за мероприятие в интервале от 75 до 90 %.</p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется при рейтинге обучающегося за</p>	экзамен

						мероприятие в интервале от 60 до 75 %. При рейтинге обучающегося за мероприятие менее 60 % контрольное мероприятие считается не пройденным.	
3	3	Текущий контроль	Тестовые задания	1	6	<p>Письменный опрос (тестирование) №3 проводится на 12-ой неделе семестра. Студенту задаются с 13-го по 18-ый вопросы из списка контрольных вопросов. 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 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Оценка "отлично" выставляется при рейтинге обучающегося за мероприятие больше или равно 90 %. Оценка "хорошо" выставляется при рейтинге обучающегося за мероприятие в интервале от 75 до 90 %. Оценка "удовлетворительно" выставляется при рейтинге обучающегося за мероприятие в интервале от 60 до 75 %. При рейтинге обучающегося за мероприятие менее 60 % контрольное мероприятие считается не пройденным.</p>	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием экзаменационной сессии с использованием билетов к экзамену. Форма проведения экзамена: очно или дистанционно, по решению администрации ВУЗа.</p> <p>Экзаменационный билет содержит: 2 (две) задачи. Максимальное количество баллов за каждую задачу: 2,5. Длительность экзамена: 2 часа (120 минут). При проведении экзамена в дистанционной форме предусмотрены следующие процедуры. 1. За 10 минут до времени начала экзамена (определено расписанием экзаменационной сессии), студент проходит процедуру идентификации: вслух называет свои фамилию, имя и отчество и демонстрирует на видеокамеру документ с фото. 2. Преподаватель называет номер экзаменационного билета (по согласованию с преподавателем возможен самостоятельный выбор номера билета студентом) и студент скачивает соответствующий билет со страницы</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>дисциплины «Конструирование ДВС» (раздел «Экзамен») в Электронном ЮУрГУ. Далее студент может приступить к решению приведенных в билете задач. 3. После окончания отведенного на экзамен времени, в течение 20 минут, студент отправляет скан-копию или фото решенного билета с личной подписью и датой проведения экзамена на проверку по электронной почте lazarevve@susu.ru. Неотъемлемыми требованиями оформления ответа на экзаменационный билет являются разборчивость и читаемость внесенного текста! 4. По результатам проверки в разделе «Ведомости» личного кабинета преподавателя формируется Экзаменационная ведомость с указанием количества набранных каждым студентом баллов. Результат экзамена объявляется студенту с подтверждением его согласия с полученным результатом. <b>ВНИМАНИЕ!!!</b> Во время экзамена в системе Электронный ЮУрГУ ведется видеозапись его проведения!!! При проведении экзамена в очной форме процедуры, указанные в пунктах 1...4 проводятся в очном формате, по месту проведения экзамена. Оценка результатов экзамена проводится по следующим правилам: 1. При подведении итогов экзамена используется пятибалльная шкала. 2. Студент имеет возможность набрать 1,5 балла за предоставленное правильное решение задачи ИЛИ предоставленный правильный ответ к задаче. 3. Студент имеет возможность набрать 2,5 балла за предоставленное правильное решение задачи И предоставленный правильный ответ к задаче. 4. При получении дробной суммы баллов по результатам проверки решения двух задач округление осуществляется в большую сторону.</p>	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-1	Знает: Теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках, методы расчетного анализа объектов профессиональной деятельности	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Гаркунов, Д. Н. Триботехника Текст учеб. пособие для вузов по направлениям "Автоматизирован. технологии и пр-ва", "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в" Д. Н. Гаркунов, Э. Л. Мельников, В. С. Гаврилюк. - 2-е изд., стер. - М.: КноРус, 2013
2. Гаркунов, Д. Н. Триботехника Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 327 с. ил.



3. Усольцев, Н. А. Триботехника Текст учеб. пособие к лаб. работам Н. А. Усольцев, Е. А. Задорожная ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ

б) дополнительная литература:

1. Крагельский, И. В. Узлы трения машин Справ. - М.: Машиностроение, 1984. - 280 с. ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Грамм, М.И. Практические методы численных расчетов в пакетах Mathematica 2.0, MathCad 2.54, TurboBasic 3.0, Reduce 3.2 для электротехники и электрофизики: учебное пособие. В 2 ч. Ч.1 / М.И. Грамм. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1993. – 162 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

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
Лекции	123 (2)	Макеты поршневых и комбинированных двигателей и их элементы, полноразмерные макеты дизелей с турбокомпрессорами, плакаты, иллюстрирующие конструкцию трибосопряжений, отдельные элементы поршневых и комбинированных ДВС, слайды презентации по дисциплине, фрагменты конспектов лекций, практических занятий и методических указаний, комплекты плакатов по устройству поршневых и комбинированных двигателей различных конструкций, стенды-планшеты по устройству различных механизмов и систем поршневых ДВС, макеты агрегатов наддува ДВС