

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Попов А. Е.	
Пользователь: ророчас	
Дата подписания: 15.05.2023	

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

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Попов А. Е.	
Пользователь: ророчас	
Дата подписания: 15.05.2023	

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

В. Е. Лазарев

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Лазарев В. Е.	
Пользователь: lazarevve	
Дата подписания: 13.05.2023	

Челябинск

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 материоемкости, 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 исключающих 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 анализа рабочих процессов 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 трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>			
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

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-3	3	Выполнение практического задания по моделированию взаимодействия контактных слоев сопряжения и оценке основных триботехнических параметров	6
4	3	Анализ результатов моделирования взаимодействия контактных слоев сопряжения и оценке основных триботехнических параметров	2
5-7	4	Выполнение задания по расчету сопряжений скольжения в ДВС и оценке их тепловой и механической нагруженности	6
8-10	4	Анализ результатов расчета сопряжений скольжения в ДВС и оценке их тепловой и механической нагруженности	6
11-13	5	Расчетная оценка основных параметров изнашивания и ресурса сопряжений скольжения поршневых и комбинированных ДВС в основном периоде эксплуатации. Оптимизация параметров сопряжений и поиск способов повышения ресурса	6
14	5	Анализ результатов оценки основных параметров изнашивания и ресурса сопряжений скольжения поршневых и комбинированных ДВС в основном периоде эксплуатации	2
15	6	Проведение расчетной оценки основных параметров и характеристик гидродинамического (жидкостного) трения в сопряжениях энергоэффективных ДВС	2
16	6	Анализ результатов расчетной оценки основных параметров и характеристик гидродинамического (жидкостного) трения в сопряжениях энергоэффективных ДВС	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение задания по оценке ресурса трибосопряжений ДВС	edu.susu.ru	3	69,5

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-мester	Вид контроля	Название контрольного	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-

			мероприятия				ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Тестовые задания	1	6	<p>Письменный опрос (тестирование) №1 проводится на 4-й неделе семестра.</p> <p>Студенту задаются с 1-го по 6-ой вопрос 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 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.</p> <p>Студенту задаются с 7-го по 12-ый вопрос 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 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.</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

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.</p> <p>Максимальное количество баллов за каждую задачу: 2,5.</p> <p>Длительность экзамена: 2 часа (120 минут). При проведении экзамена в дистанционной форме предусмотрены следующие процедуры. 1. За 10 минут до времени начала экзамена (определен расписанием экзаменационной сессии), студент проходит процедуру идентификации: вслух называет свою 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 приступать 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.</p> <p>ВНИМАНИЕ!!! 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 ИЛИ 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

a) основная литература:

- 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
- 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 ВИНИТИ 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