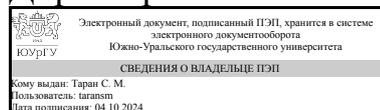


УТВЕРЖДАЮ:

Директор



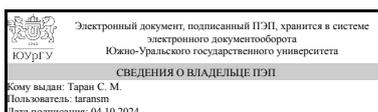
С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.04.02 Уравновешивание двигателей внутреннего сгорания для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Магистратура
магистерская программа Цифровые двойники в двигателестроении и транспортном машиностроении
форма обучения очная
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и специальной техники "Сердце Урала"

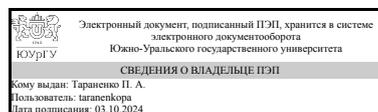
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

Директор



С. М. Таран

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



П. А. Тараненко

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины - формирование компетенций в области создания надежных энерго- и ресурсоэффективных поршневых двигателей на основе современных методов анализа, расчета и моделирования крутильных колебаний систем валов и валопроводов поршневых двигателей внутреннего сгорания, его узлов и механизмов. Задачи преподавания дисциплины – приобретение студентами знаний в области разработки методов демпфирования колебаний в силовых цепях двигателей, умений проведения анализа возможности возникновения резонансных режимов крутильной системы, практических навыков проведения гармонического анализа возмущающих моментов, расчета собственных частот колебаний крутильных систем, выявления опасных режимов работы, выбора конструкции демпферов колебаний и определения его основных параметров, способов обеспечения надежной работы двигателей в составе энергетических установок

Краткое содержание дисциплины

Разделы дисциплины: Расчетные схемы для анализа свободных колебаний. Уравнения крутильных колебаний. Энергия, рассеиваемая при колебаниях. Амплитуды колебаний и напряжения при резонансе. Практический гармонический анализ. Изгибные колебания валов. Крутильные колебания приводов. Колебания подсистем, парциальные частоты, вибрация и шум. Демпфирование колебаний.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен разрабатывать технические предложения для создания и совершенствования двигателей, автотранспортных средств и их компонентов, выполнять анализ процессов в автомобиле, двигателе и других его подсистемах на различных стадиях проектирования, систематизировать и документировать информацию о технико-экономических показателях и патентном поиске с учетом повышения конкурентоспособности проектов автотранспортных средств и их компонентов	Знает: методы определения нагрузок, действующих в элементах кривошипно-шатунного механизма Умеет: применять современные методы расчета сил и моментов, действующих в поршневых двигателях Имеет практический опыт: определения нагрузок, действующих в элементах кривошипно-шатунного механизма

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы организации научных исследований, Цифровые двойники в двигателестроении, Основы конструкции специальных автомобилей, Основы конструкции ДВС и классические методы расчета	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Основы конструкции ДВС и классические методы расчета	Знает: устройство и принцип работы двигателя внутреннего сгорания, его систем, узлов и агрегатов; теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и силовых установках Умеет: анализировать конструкцию двигателя и его подсистем по 3D модели конструкции Имеет практический опыт: использования классических методов расчета и анализа рабочих циклов и процессов в энергетических машинах и силовых установках
Цифровые двойники в двигателестроении	Знает: методы разработки математических моделей двигателя и его подсистем различного уровня для расчета и оптимизации рабочих процессов Умеет: использовать методы математического моделирования для разработки и расчета процессов в двигателе и его подсистемах с целью оценки требований технического задания на ранних стадиях проектирования Имеет практический опыт: разработки и исследования двигателей и его подсистем на ранних стадиях проектирования в пакетах функционального моделирования; расчета процессов в двигателе и его подсистемах в пакетах твердотельной динамики и функционального моделирования
Основы конструкции специальных автомобилей	Знает: устройство и принцип работы специального автомобиля, его систем, узлов и агрегатов Умеет: анализировать конструкцию автомобиля и его подсистем по 3D модели конструкции Имеет практический опыт: использования классических методов расчета и анализа процессов в автомобиле и его подсистемах
Основы организации научных исследований	Знает: основные методы поиска информации по решаемой научно-исследовательской задаче, стиль делового письма, особенности подготовки докладов и презентаций, основные методы поиска информации по решаемой научно-исследовательской задаче, отечественные и зарубежные базы данных научных статей, наукометрические базы данных; основы патентного поиска Умеет: искать и систематизировать оригинальную литературу по теме исследований, выполнять деловые коммуникации в сфере профессиональной деятельности, делать доклады и презентации, искать и систематизировать оригинальную литературу по теме исследований, составлять библиографическое описание (список использованных источников), выполнять

	патентный поиск Имеет практический опыт: поиска и анализа литературы по проблеме исследования, подготовки доклада и презентации на заданную тему, поиска и анализа литературы по проблеме исследования, в том числе и на иностранном языке, работы с библиографическими системами (Mendeley или Zotero), патентного поиска
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75	
Подготовка к Тесту 2	5	5	
Подготовка к Тесту 1	5	5	
Выполнение задания 1	8	8	
Подготовка к зачету	17,75	17.75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Цель и задачи курса. Основные понятия о крутильных колебаниях. Приведение длин. Приведение масс. Составление расчетной схемы эквивалентной системы коленчатого вала	4	2	2	0
2	Свободные крутильные колебания (основные понятия). Одномассовая система. Двухмассовая система. Трехмассовая система. Многомассовая система. Анализ форм колебаний.	4	2	2	0
3	Вынужденные крутильные колебания Основные понятия Анализ возбуждающих моментов Алгоритм гармонического анализа кривой крутящего момента ДВС	4	2	2	0
4	Работа гармонического крутящего момента поршневого двигателя	4	2	2	0
5	Энергия, рассеиваемая при крутильных колебаниях.	4	2	2	0
6	Вынужденные колебания одномассовой системы с сопротивлением	4	2	2	0

7	Вынужденные колебания многомассовой системы с сопротивлением	4	2	2	0
8	Определение амплитуд колебаний и напряжений при резонансе. Способы демпфирования крутильных колебаний коленчатых валов поршневых двигателей. Демпферы крутильных колебаний	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Цель и задачи курса. Основные понятия о крутильных колебаниях. Приведение длин. Приведение масс. Составление расчетной схемы эквивалентной системы коленчатого вала	2
2	2	Свободные крутильные колебания (основные понятия). Одномассовая система. Двухмассовая система. Трехмассовая система. Многомассовая система. Анализ форм колебаний.	2
3	3	Вынужденные крутильные колебания Основные понятия Анализ возбуждающих моментов Алгоритм гармонического анализа кривой крутящего момента ДВС	2
4	4	Работа гармонического крутящего момента поршневого двигателя	2
5	5	Энергия, рассеиваемая при крутильных колебаниях	2
6	6	Вынужденные колебания одномассовой системы с сопротивлением	2
7	7	Вынужденные колебания многомассовой системы с сопротивлением	2
8	8	Определение амплитуд колебаний и напряжений при резонансе. Способы демпфирования крутильных колебаний коленчатых валов поршневых двигателей. Демпферы крутильных колебаний	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Приведение длин. Приведение масс. Составление расчетной схемы эквивалентной системы коленчатого вала	2
2	2	Анализ исходных данных, необходимых для расчета двигателя на крутильные колебания	2
3	3	Алгоритм гармонического анализа кривой крутящего момента поршневых двигателей	2
4	4	Работа гармонического крутящего момента поршневого двигателя. Приобретение навыков расчета крутильных колебаний коленчатого вала поршневых двигателей	2
5	5	Энергия, рассеиваемая при крутильных колебаниях. Приобретение навыков анализа расчетных схем изгибных колебаний валов и определение их параметров. Анализ уравнений изгибных колебаний коленчатых валов и их решение.	2
6	6	Частное решение уравнений вынужденных колебаний одномассовой системы с сопротивлением	2
7	7	Расчет вынужденные колебания многомассовой системы с сопротивлением для резонансного режима	2
8	8	Определение амплитуд колебаний и напряжений при резонансе	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
Подготовка к Тесту 2	Попык, К. Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей Учеб. для вузов по спец."Двигатели внутр. сгорания". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1970. - 327 с. черт.	3	5
Подготовка к Тесту 1	Попык, К. Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей Учеб. для вузов по спец."Двигатели внутр. сгорания". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1970. - 327 с. черт	3	5
Выполнение задания 1	Попык, К. Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей Учеб. для вузов по спец."Двигатели внутр. сгорания". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1970. - 327 с.	3	8
Подготовка к зачету	1. Попык, К. Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей Учеб. для вузов по спец."Двигатели внутр. сгорания". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1970. - 327 с. 2. Чистяков, В. К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей сгорания Учеб. пособие для вузов по спец."Двигатели внутр. сгорания". - М.: Машиностроение, 1989. - 255 с. ил	3	17,75

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Задание 1	1	100	Письменный опрос Процедура проведения и оценивания: зачет Письменный опрос осуществляется на	зачет

						<p>последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 20 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно -рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 50 баллов. Частично правильный ответ соответствует 25 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 100. Весовой коэффициент мероприятия – 0,1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	
2	3	Текущий контроль	Тест 1	1	30	<p>Компьютерное тестирование Процедура проведения и оценивания: При оценивании результатов мероприятия используется балльно -рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Тест состоит из 30 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 30 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p>	зачет
3	3	Текущий контроль	Тест 2	1	30	<p>Компьютерное тестирование Процедура проведения и оценивания: При оценивании результатов мероприятия используется балльно -рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена</p>	зачет

						<p>приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Тест состоит из 30 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 30 минут.</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p>	
4	3	Бонус	Расчетная работа	-	10	<p>Расчетная работа</p> <p>Критерии оценивания работы: - расчеты выполнены верно – 10 баллов; - расчет выполнен с недочетами – 8 баллов; - расчет имеет существенные недочеты – 6 баллов;</p> <p>зачет</p> <p>- расчет имеет грубые замечания – 4 балл;</p> <p>- задача не выполнена – 0 баллов.</p>	зачет
5	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	30	<p>Письменный опрос</p> <p>Процедура проведения и оценивания: Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос - 40 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 15 баллов.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 10 баллам.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 30.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 0,1.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>Письменный опрос Процедура проведения и оценивания: Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос - 40 минут</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльнорейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 15 баллов.</p>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>

	<p>Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 30. Весовой коэффициент мероприятия – 0,1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: методы определения нагрузок, действующих в элементах кривошипно-шатунного механизма	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: применять современные методы расчета сил и моментов, действующих в поршневых двигателях	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: определения нагрузок, действующих в элементах кривошипно-шатунного механизма	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Попык К. Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей : Учеб. для вузов по спец."Двигатели внутр. сгорания". - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Высшая школа, 1970. - 327 с. : черт.
2. Чистяков В. К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей сгорания : Учеб. пособие для вузов по спец."Двигатели внутр. сгорания". - М. : Машиностроение, 1989. - 255 с. : ил.
3. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей : Учеб. для вузов по специальности "Двигатели внутр. сгорания" / Д. Н. Вырубов, С. И. Ефимов, Н. А. Иващенко и др.; Под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - 4-е изд., перераб. и доп.. - М. : Машиностроение, 1984. - 383 с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Гоц А. Н. Динамика двигателей. Курсовое проектирование : учеб. пособие для вузов по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" и направлению 140500 "Энергет. машиностроение" / А. Н. Гоц. - 2-е изд., испр. и доп.. - М. : Форум : ИНФРА-М, 2013. - 159, [1] с. : ил.
2. Маслов Г. С. Расчеты колебаний валов : справочник / Г. С. Маслов. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Машиностроение, 1980. - 151 с. : ил.

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

1. Реферативный журнал. Двигатели внутреннего сгорания. 39. : предм. указ. / Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ). - М. : ВИНИТИ, 1963-1995. -

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Динамика двигателей [Текст] : метод. указания к курсовому проектированию по направлению "Энерг. машиностроение"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Динамика двигателей [Текст] : метод. указания к курсовому проектированию по направлению "Энерг. машиностроение"

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

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	315а (2)	Проекторное оборудование, интерактивная доска.
Практические занятия и семинары	315а (2)	Занятия проводятся с использованием компьютерного класса, проекционного оборудования, а также интерактивной доски.