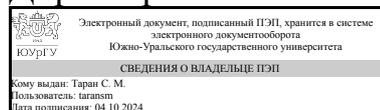


УТВЕРЖДАЮ:

Директор



С. М. Таран

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.01 Семинар "Функциональное моделирование подсистем двигателей внутреннего сгорания"

для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

уровень Магистратура

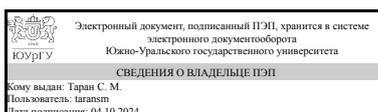
магистерская программа Цифровые двойники в двигателестроении и транспортном машиностроении

форма обучения очная

кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и специальной техники "Сердце Урала"

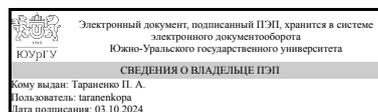
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

Директор



С. М. Таран

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



П. А. Тараненко

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование знаний и практических навыков в области использования современных методов проектирования двигателей внутреннего сгорания. Задачи дисциплины – привитие навыков использования современных методов при выборе эффективных технических решений, проведении прочностных расчетов и проектировании основных механизмов, узлов и деталей двигателей внутреннего сгорания.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя следующие основные разделы: - обзор и анализ современных методов конструирования двигателей; - анализ конструкций основных деталей, механизмов, узлов и систем двигателя; - конструирование деталей кривошипно-шатунного механизма; - конструирование деталей механизма газораспределения; - конструирование элементов корпуса двигателя.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен разрабатывать комплексные междисциплинарные функциональные модели двигателей, автотранспортных систем и их компонентов, выполнять расчеты и анализировать результаты расчета разработанных моделей, работать с современными передовыми системами управления инженерными данными об узлах и агрегатах изделия	Знает: методы и подходы к разработке комплексных междисциплинарных функциональных моделей двигателей внутреннего сгорания и их подсистем Умеет: выполнять расчеты и анализировать результаты расчета разработанных функциональных моделей двигателей внутреннего сгорания, работать с современными пакетами функционального и конечноэлементного моделирования подсистем двигателей внутреннего сгорания Имеет практический опыт: работы с современным программным обеспечением функционального моделирования; функционального моделирования двигателей внутреннего сгорания и их подсистем

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Твердотельная динамика, Функциональное моделирование процессов и систем, Цифровые двойники в транспортном машиностроении, Динамика транспортных средств, Виртуальные испытания транспортных средств, Введение в теорию автоматического управления	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Введение в теорию автоматического управления	<p>Знает: Знает основные понятия и определения теории автоматического управления, устройство и принцип действия систем управления двигателем, Основные виды структурно-графического представления систем автоматического управления (САУ) (обобщенная структура, функциональная схема, конструктивная блок-схема САУ (системы автоматического регулирования), алгоритмическая структурная схема), их смысл, назначение и способы получения</p> <p>Умеет: Проводить простейшие расчеты систем управления объектов энергетического машиностроения, Составлять обобщенные структуры САУ (или САР), соответствующие им функциональные схемы, выбирать соответствующие функциональным блокам технические устройства, изображать конструктивную блок-схему САУ</p> <p>Имеет практический опыт: применения современного программного обеспечения функционального моделирования для расчета систем автоматического управления, компьютерного моделирования и анализа свойств САУ и САР, исследования и оценки динамических свойств САР во временной, комплексной и частотной областях</p>
Цифровые двойники в транспортном машиностроении	<p>Знает: методы разработки математических моделей автомобиля и его подсистем различного уровня</p> <p>Умеет: использовать методы математического моделирования для разработки и расчета процессов в автомобиле и его подсистемах с целью оценки требований технического задания на ранних стадиях проектирования</p> <p>Имеет практический опыт: разработки и исследования виртуальных моделей автомобиля и его подсистем на ранних стадиях проектирования в пакетах функционального моделирования; расчета процессов в автомобиле и его подсистемах в пакетах твердотельной динамики и функционального моделирования</p>
Твердотельная динамика	<p>Знает: теоретические основы и методы компьютерного моделирования систем, представляющих собой сборку из абсолютно твердых тел</p> <p>Умеет: разрабатывать виртуальные модели исследуемых механических систем, в максимальной степени учитывающие особенности их конструкции; выполнять расчёт параметров конструкции, определяющих ее работоспособность и точность (перемещения,</p>

	<p>скорости и ускорения точек, действующие нагрузки); выполнять оптимизацию параметров конструкции Имеет практический опыт: работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для компьютерного моделирования динамических систем, состоящих из абсолютно твердых тел</p>
<p>Виртуальные испытания транспортных средств</p>	<p>Знает: методы и подходы к разработке расчетных 3D моделей автомобилей, представляющих собой сборку из абсолютно твердых тел; подходы и методы построения гибридных моделей автомобилей, представляющих собой расчетную 3D модель автомобиля, связанную с функциональными моделями его подсистем  Умеет: разрабатывать 3D модели автомобиля в пакетах твердотельной динамики; разрабатывать гибридные модели автомобилей, представляющих собой расчетную 3D модель автомобиля, связанную с функциональными моделями его подсистем  Имеет практический опыт: разрабатывать 3D модели автомобиля в пакетах твердотельной динамики; разрабатывать гибридные модели автомобилей, представляющих собой расчетную 3D модель автомобиля, связанную с функциональными моделями его подсистем</p>
<p>Динамика транспортных средств</p>	<p>Знает: методы и подходы к разработке расчетных 3D моделей автомобилей, представляющих собой сборку из абсолютно твердых тел; подходы и методы построения гибридных моделей автомобилей, представляющих собой расчетную 3D модель автомобиля, связанную с функциональными моделями его подсистем  Умеет: разрабатывать 3D модели автомобиля в пакетах твердотельной динамики; разрабатывать гибридные модели автомобилей, представляющих собой расчетную 3D модель автомобиля, связанную с функциональными моделями его подсистем  Имеет практический опыт: расчета движения автомобилей по виртуальным полигонам, анализа результаты расчета разработанных моделей автомобилей</p>
<p>Функциональное моделирование процессов и систем</p>	<p>Знает: современные методы построения функциональных моделей процессов и систем на схемном уровне; современные методы построения расчетных 3D моделей динамических систем, теоретические основы и методы компьютерного моделирования механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления в виде функциональных элементов, обладающих входом и выходом  Умеет: разрабатывать математические модели процессов в двигателях и автомобилях на схемном уровне (1D модели); разрабатывать гибридные математические модели подсистем двигателей и автомобилей,</p>

	<p>представляющие собой сочетание 3D моделей и 1D моделей, создавать функциональные математические модели механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления, соединять их с твердотельными 3D моделями элементов конструкций, решать задачу твердотельной динамики и определять перемещения, скорости, ускорения основных элементов механической системы и характерные параметры других подсистем Имеет практический опыт: создания гибридных математических моделей подсистем двигателя и автомобиля, представляющих собой сочетание 3D моделей (твердотельных или конечноэлементных) и 1D моделей (функциональных); использования программного обеспечения для имитационного моделирования, программного обеспечения твердотельной динамики и их совместной работы в режиме ко-симуляции, владения современным программным обеспечением по созданию математических моделей механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления; создания функциональных моделей подсистем двигателей; создания функциональных моделей специальных автомобилей и их подсистем</p>
--	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 40,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36	
Лекции (Л)	0	0	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	36	36	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	31,75	31,75	
Разработка моделей элементов двигателя	31,75	31,75	
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	Введение. Основные требования к ДВС. Порядок проектирования двигателей	2	0	2	0
2	Обзор и анализ систем автоматизированного проектирования и сопутствующего программного обеспечения	4	0	4	0
3	Основные подходы и методы конструирования элементов кривошипно-шатунного механизма	6	0	6	0
4	Основные подходы и методы конструирования элементов механизма газораспределения	2	0	2	0
5	Основные подходы и методы конструирования элементов корпуса двигателя	6	0	6	0
6	Обзор и анализ методов конструирования элементов систем двигателей	16	0	16	0

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение. Основные требования к ДВС. Порядок проектирования двигателей	2
2	2	Обзор существующего программного обеспечения и средств конструирования механизмов и систем двигателей	4
3	3	Основные подходы и методы конструирования поршня, поршневых колец, поршневого пальца и шатуна двигателя	6
4	4	Основные подходы и методы конструирования коленчатого вала двигателя	2
5	5	Основные подходы и методы конструирования элементов клапанного комплекта механизма газораспределения и элементов привода клапанов	6
6	6	Основные подходы и методы конструирования распределительного вала двигателя	2
7	6	Обзор и анализ методов конструирования блока и крышки цилиндров двигателя	6
7	6	Обзор и анализ методов конструирования гильз цилиндров	6
8	6	Обзор и анализ методов конструирования элементов систем двигателей	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
Разработка моделей элементов двигателя	<a href="http://edu.susu.ru">edu.susu.ru</a>	4	31,75

## 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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	4	Проме-жуточная аттестация	Тестовые задания	-	10	<p>Письменный опрос (тестирование) №1 проводится на 4-й неделе семестра. 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.</p> <p>Максимальное количество баллов – 10. 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>	зачет
2	4	Текущий контроль	Тестовые задания	1	10	<p>Письменный опрос (тестирование) №2 проводится на 8-й неделе семестра. 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.</p> <p>Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>	зачет

						<p>Оценка "отлично" выставляется при рейтинге обучающегося за мероприятие больше или равно 90 %.</p> <p>экзамен</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>	
3	4	Текущий контроль	Тестовые задания	1	10	<p>Письменный опрос (тестирование) №3 проводится на 12-й неделе семестра.</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 – 10.</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>	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<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</p>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>

	<p>(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 В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения экзаменационного билета (по согласованию с преподавателем возможен самостоятельный выбор номера билета студентом) и студент скачивает соответствующий билет со страницы 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 <a href="mailto:lazarevve@susu.ru">lazarevve@susu.ru</a>. 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-4	Знает: методы и подходы к разработке комплексных междисциплинарных функциональных моделей двигателей внутреннего сгорания и их подсистем	+	+	+
ПК-4	Умеет: выполнять расчеты и анализировать результаты расчета разработанных функциональных моделей двигателей внутреннего сгорания, работать с современными пакетами функционального и конечноэлементного моделирования подсистем двигателей внутреннего сгорания	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: работы с современным программным обеспечением функционального моделирования; функционального моделирования двигателей внутреннего сгорания и их подсистем	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

1. Двигатели внутреннего сгорания : Учеб. для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению "Назем. транспорт. системы" и спец. "Автомобиле- и тракторостроение", "Машины инженер. вооружения" . 3 / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, А. Ю. Труш и др.; Под ред. В. Н. Луканина. - М. : Высшая школа, 1995. - 255,[1] с. : ил.
2. Колчин А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей : учеб. пособие для вузов по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" и др. / А. И. Колчин, В. П. Демидов. - 4-е изд., стер.. - М. : Высшая школа, 2008. - 495,[1] с. : ил.
3. Бунов В. М. Конструирование и расчет ДВС : метод. указания по курсовому проекту / В. М. Бунов, В. Г. Галичин ; ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Двигатели внутр. сгорания ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЧПИ, 1989. - 34 с. : табл.. URL:  
[http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000012441](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000012441)

### б) дополнительная литература:

1. Автомобильные двигатели : Учеб. для вузов по специальности "Автомоб. транспорт" / В. М. Архангельский, М. М. Вихерт, А. Н. Воинов и др. ; Под ред. М. С. Ховаха. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Машиностроение, 1977. - 591 с. : ил.

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

1. Двигателестроение : межотраслевой науч.-техн. и произв. журн. / ООО "ЦНИДИ-Экосервис". - СПб., 1979-. -. URL:  
<http://rdiesel.ru/DVIGATELESTROYENIYE/DVS.html>

### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Конструирование и расчет ДВС: Методические указания по курсовому проекту / Составители: В.М. Бунов, В.Г. Галичин – Челябинск: ЧПИ, 1989. – 34 с.

### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Конструирование и расчет ДВС: Методические указания по курсовому проекту / Составители: В.М. Бунов, В.Г. Галичин – Челябинск: ЧПИ, 1989. – 34 с.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Шароглазов Б. А., Фарафонов М. Ф., Клементьев В. В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 403 с. <a href="http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000305263">http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000305263</a>

2	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Динамика двигателей: методические указания к курсовому проектированию / сост. В.В. Шишков. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 27 с. <a href="http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD1&amp;key=000530051">http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD1&amp;key=000530051</a>
---	---------------------------	---------------------------	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
4. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
5. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(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
Практические занятия и семинары	328а (2)	Компьютерный класс – 11 шт. Процессор AMD Ryzen 7700, 32 Гб ОЗУ, 512 Мб SSD (2 шт.), монитор АОС 27", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD. Телевизор Xiaomi Mi Tv.