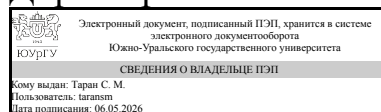


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.09 Газовая динамика в поршневых двигателях

для направления 13.03.03 Энергетическое машиностроение

уровень Бакалавриат

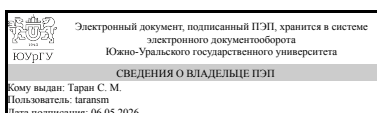
профиль подготовки Перспективные двигатели

форма обучения очная

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

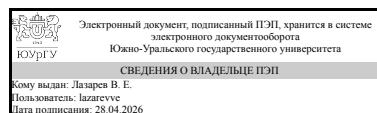
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 145

Директор



С. М. Таран

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



В. Е. Лазарев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – изучение основных физических явлений, сопровождающих высокоскоростное движение газовых потоков, и их закономерностей для обеспечения эффективной работы ДВС совершенствованием систем газообмена и агрегатов наддува. Задачи дисциплины: – изучение терминологии, основных понятий и определений дисциплины; – изучение основных физических процессов, сопровождающих течение газа в элементах систем комбинированных двигателей; – изучение теоретических закономерностей, лежащих в основе физических явлений при изменении состояния газовых потоков, и методов их использования при решении практических задач; – изучение особенностей движения газа в каналах различного профиля.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина "Газовая динамика" является составной частью дисциплины "Механика жидкостей и газов" и содержит следующие основные разделы: - основные понятия и положения Газовой динамики; - основные уравнения Газовой динамики; - основные модели и параметры состояния потока; - законы движения газовых потоков в соплах и диффузорах.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность применять методы расчетного моделирования для анализа рабочих процессов и систем объектов энергетического машиностроения	Умеет: Использовать основные уравнения газовой динамики для решения прикладных задач двигателестроения Имеет практический опыт: Применения в решении прикладных задач методов моделирования газовых потоков в ДВС; теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках
ПК-5 Способен понимать принципы работы, устройство и рабочие процессы объектов энергетического машиностроения	Знает: Теоретические основы газовой динамики

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы конструкции энергетических установок, Компьютерная и механическая диагностика двигателей, Механика жидкости и газа, Энергетические машины и установки, Моделирование и расчет рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания, Химмотология, Системы диагностирования двигателей	Технологии транспортного машиностроения, Агрегаты наддува двигателей, Динамика двигателей, Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания, Испытания двигателей, Аналитические и цифровые методы конструирования двигателей, Производственная практика (преддипломная) (8

внутреннего сгорания, Силловые установки транспортных средств, Надежность двигателей, Системы поршневых двигателей, Основы проектной деятельности, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	семестр)
--	----------

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

Дисциплина	Требования
Надежность двигателей	Знает: общее устройство систем и агрегатов поршневых двигателей, Основные показатели надежности поршневых двигателей, факторы на них влияющие Умеет: проводить расчетную оценку показателей надежности поршневых двигателей, Применять теоретические знания надежности двигателей при решении практических задач Имеет практический опыт:
Химмотология	Знает: основные виды и типы эксплуатационных жидкостей; технические показатели оценивания качества топлив поршневых двигателей, Основные виды топлив и технических жидкостей для двигателей внутреннего сгорания и их свойства Умеет: обосновывать конкретные технические решения с учетом используемого топлива, проводить лабораторную оценку свойств топлив и технических жидкостей Имеет практический опыт:
Механика жидкости и газа	Знает: теоретические основы равновесия и движения жидких и газовых сред Умеет: описывать гидравлические системы уравнениями на основе законов сохранения Имеет практический опыт: выполнения простейших расчетов систем двигателей с учетом законов равновесия и движения жидких и газовых сред
Силловые установки транспортных средств	Знает: Особенности конструкции разных видов силовых установок специальных машин; особенности работы силовых установок в условиях моторно-трансмиссионного отсека машины Умеет: Читать техническую литературу и конструкторскую документацию Имеет практический опыт:
Системы диагностирования двигателей внутреннего сгорания	Знает: принципы работы, устройство электронных систем поршневых двигателей; современную номенклатуру диагностического оборудования, Основные принципы проведения работ по диагностике двигателей внутреннего сгорания и его электронного оборудования Умеет: применять диагностическое оборудование и проводить диагностику систем двигателей Имеет практический опыт: Работы с

	диагностическим оборудованием и программами диагностики
Энергетические машины и установки	Знает: особенности работы двигателя внутреннего сгорания, его систем, узлов и агрегатов, Общее устройство и принцип работы двигателя внутреннего сгорания, его систем, узлов и агрегатов Умеет: Имеет практический опыт:
Компьютерная и механическая диагностика двигателей	Знает: методы и оборудование для проведения механической диагностики двигателей; принципы работы, устройство электронных систем поршневых двигателей, Основные принципы проведения работ по диагностике двигателей внутреннего сгорания и его электронного оборудования Умеет: проводить механическую и компьютерную диагностику двигателей Имеет практический опыт: Работы с диагностическим оборудованием и программами диагностики
Основы проектной деятельности	Знает: теоретические основы и принципы ведения проектной деятельности; современные методы проектирования изделий, основные методы выполнения расчетного моделирования; современные программные комплексы для проведения расчетного моделирования рабочих процессов и систем Умеет: самостоятельно решать поставленные прикладные задачи в рамках проектной деятельности; пользоваться автоматизированными программными комплексами для проектирования изделий, применять в практической деятельности современные программные комплексы для проведения расчетного моделирования рабочих процессов и систем Имеет практический опыт: проектирования и моделирования изделий с применением автоматизированных программных комплексов, выполнения расчетного моделирования рабочих процессов и систем объектов энергетического машиностроения
Моделирование и расчет рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания	Знает: Основные процессы, протекающие в поршневых двигателях внутреннего сгорания; законы протекания рабочих процессов, методы моделирования, расчета и оптимизации рабочих процессов Умеет: Моделировать и анализировать параметры рабочих процессов поршневых двигателей, использовать современные информационные технологии для моделирования процессов в системах и агрегатах ДВС Имеет практический опыт: владеет приёмами и методами моделирования процессов, протекающих в поршневых энергетических установках, методами их графического интерпретирования и отображения в распространённых системах координат
Основы конструкции энергетических установок	Знает: Область и объекты профессиональной

	деятельности выпускника по профилю "Перспективные двигатели", перечень решаемых профессиональных задач Умеет: Имеет практический опыт:
Системы поршневых двигателей	Знает: Устройство поршневых двигателей внутреннего сгорания; современные достижения науки и техники, принципы работы, устройство систем и агрегатов поршневых двигателей Умеет: представлять системы двигателей в виде чертежей и схем, читать техническую документацию, руководства по эксплуатации агрегатов и систем двигателей Имеет практический опыт: выполнения простейших расчетов систем двигателей
Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Знает: методы и инструменты цифрового проектирования и 3D-моделирования объектов энергетического машиностроения, методы и инструменты для цифрового моделирования процессов поршневого двигателя Умеет: применять в практической деятельности программные комплексы для проектирования и 3D-моделирования объектов энергетического машиностроения; выполнять чертежи и схемы систем двигателей, проводить моделирование и расчет процессов и систем поршневых двигателей Имеет практический опыт: создания 3D-моделей, чертежей и схем поршневых двигателей с применением специализированных цифровых программных комплексов, проведения расчетного моделирования процессов и систем объектов энергетического машиностроения

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5
Решение газодинамических проблемно-ориентированных задач	20	20
Обработка результатов и оформление лабораторных работ	31,5	31.5

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	Основные понятия газовой динамики	6	6	0	0
3	Основные уравнения динамики движения газа	12	6	0	6
4	Основные модели и параметры состояния потока	4	4	0	0
5	Уравнение количества движения газового потока и его разновидности	10	6	0	4
6	Движение газового потока в соплах	8	4	0	4
7	Движение газового потока в диффузорах	6	4	0	2

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Место дисциплины в моторостроении, обзор целей и задач, обзор инженерных методов исследования газовых потоков	2
2-4	2	Термодинамические параметры газового потока. Задание поля скоростей, линия тока, поверхность тока, элементарная струйка	6
5-7	3	Уравнение неразрывности. Уравнение энергии. Уравнение энергии в тепловой форме. Уравнение энергии для неподвижного газа. Уравнение Бернулли. Интеграл Бернулли и его решение. Связь показателей политропы и адиабаты	6
8-10	4	Основные модели потока. Полная и статическая температура. Полное и статическое давление. Характерные скорости потока: максимальная, скорость звука, критическая и связь между ними. Число М как критерий сжимаемости и подобия. Газодинамические функции и их использование.	4
11-13	5	Уравнение количества движения для цилиндрической трубы. Потери на внезапное расширение. Уравнение количества движения в полных импульсах. Газодинамические функции в полных импульсах. Уравнение моментов количества движения. Уравнение для компрессора, турбины и радиальных каналов	6
14-16	6	Ускорение газового потока. Идеальное сопло и его режимы работы. Реальное сопло	4
17-18	7	Замедление газового потока. Диффузор и его основные характеристики: сопротивление диффузора, КПД диффузора. Степень повышения давления	4

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во
-----------	-----------	---	--------

			часов
1-3	3	Исследование движения газового потока в каналах различной конфигурации и формы поперечного сечения	6
4	5	Оценка параметров потока газа в цилиндрической трубе	2
5	5	Оценка параметров потока газа в пластинчатом дросселе	1
6	5	Оценка параметров потока газа в клапанном дросселе	1
7-8	6	Оценка параметров потока при движении в соплах	4
9	7	Оценка параметров потока при движении в диффузорах	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Решение газодинамических проблемно-ориентированных задач		6	20
Обработка результатов и оформление лабораторных работ	edu.susu.ru	6	31,5

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Тестовые задания	1	8	Письменный опрос (тестирование) проводится на 8-й неделе семестра. Обучающимся предлагаются тестовые задания с 1 по 8-е. Время, отведенное на подготовку - 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 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.	экзамен

						Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
2	6	Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	-	10	Письменный опрос (тестирование) проводится на 4-й неделе семестра. Время, отведенное на подготовку - 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 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	экзамен
3	6	Текущий контроль	Тестовые задания	1	3	Письменный опрос (тестирование) проводится на 10-й неделе семестра. Обучающимся предлагаются тестовые задания с 9 по 16-е. Время, отведенное на подготовку - 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 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	экзамен
4	6	Текущий контроль	Тестовые задания	1	8	Письменный опрос (тестирование) проводится на 8-й неделе семестра. Обучающимся предлагаются тестовые задания с 17 по 24-е. Время, отведенное на подготовку - 20 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	экзамен

					Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	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. 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 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. 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	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	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.	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-1	Умеет: Использовать основные уравнения газовой динамики для решения прикладных задач двигателестроения	+		+	
ПК-1	Имеет практический опыт: Применения в решении прикладных задач методов моделирования газовых потоков в ДВС; теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках	+		+	
ПК-5	Знает: Теоретические основы газовой динамики		+		+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика Ч. 1 В 2 ч. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1991. - 597 с. ил.
2. Клиначева Н. Л. Газовая динамика : учеб. пособие по направлению "Механика и мат. моделирование" и др. / Н. Л. Клиначева, Е. С. Шестаковская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Вычисл. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 100, [1] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000569670

б) дополнительная литература:

1. Газовая динамика: Избранное : В 2 т. . Т. 2 / Ред.-сост. А. Н. Крайко, А. Б. Ватажин, А. Н. Секундов; Под общ. ред. А. Н. Крайко. - М. : Физматлит, 2001. - 761,[4] с. : ил.
2. Газовая динамика: Избранное : Сб. ст.: В 2 т. . Т. 1 / Ред.-сост. А. И. Крайко (отв.) и др.. - М. : Физматлит, 2000. - 720 с. : портр.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Лазарев В.Е. Газовая динамика: учебное пособие. – Челябинск: ЮУрГУ, 1999. – 100 с.
2. Драгунов Г.Д. Основы газовой динамики: конспект лекций. – Челябинск, ЧПИ, 1988. – 76 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
Лабораторные занятия	124 (2)	Лабораторный комплекс "Газовая динамика" (произв. ЮУрГУ, НПО "Учебная техника и технологии")
Лекции	123 (2)	Проекционное оборудование, макеты двигателей в разрезе