

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Газовая динамика**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

**13.03.03 Энергетическое машиностроение**

направленность (профиль)

**Альтернативные источники энергии транспортных средств**

Форма обучения: Очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	Итого
Форма контроля	зачёт	
Вид занятий		
Лекции	34	34
Лабораторные	-	0
Практические	52	52
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	0
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	86,25	86,25
Самостоятельная работа	129,75	129,75
Контроль	-	0
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент, доцент, к.т.н., Смоленский В.В.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана  
направления подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Энергетические машины и системы управления»

---

(протокол заседания № 2 от «30» сентября 2019 г.)

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – понимание существа протекающих в двигателях внутреннего сгорания процессов газообмена, движение заряда в цилиндре, распространения пламени, а эти знания необходимы для последующего изучения рабочих процессов газовых турбин и агрегатов наддува поршневых двигателей

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (учебный курс) относится к блоку «Дисциплины (модули)» (Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплины по выбору).

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Математика, Физика, Механика.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Безопасность жизнедеятельности, Теория рабочего процесса, Математические методы моделирования рабочего процесса силовых установок, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3. Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-3.1. Разрабатывает материалы (разделы) для технико-экономических обоснований выбора вариантов конструкции энергетических установок и их компонентов.	Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>– Корпоративный регламент/стандарт пользования источниками научно-технической информации и справочно-информационными изданиями</li><li>– Особенности производственных технологий организации</li><li>– Условия эксплуатации, проектируемых энергетических установок АТС и их компонентов</li><li>– Техничко-экономические показатели проектирования аналогов энергетических установок АТС и их компонентов</li></ul>
		Уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>– Систематизировать инженерные данные с учетом технических требований к энергетическим установкам АТС и их компонентам</li><li>– Производить предварительную оценку технико-экономических показателей на проектируемые энергетических установок АТС и</li></ul>

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>их компоненты</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать технологические возможности организации при разработке энергетических установок АТС и их компонентов</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ условий эксплуатации проектируемых конструкций энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Проведение сравнительного анализа технических характеристик аналогов энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Подготовка исходных данных для проведения технико-экономического обоснования выбора вариантов конструкций энергетических установок АТС и их компонентов</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек	Цели и задачи курса. Законы газодинамики и методы их решения. Теоретическая основа газодинамики уравнения Навье Стокса	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Исследование истечения газа через сужающегося сопло	7	4	–	–	Практическая работа №1
	Лек	Применение уравнения неразрывности состояния адиабаты уравнения Бернулли в различных формах скорость распространения в газах Число Маха. Понятие до звукового, звукового и сверхзвукового режимов движения газа	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Исследование работы ступени эжектора	7	4	–	–	Практическая работа №2
	Лек	Свойства газов. Силы, действующие в газах методы изучения движения в газах интенсивность изменения температуры, давления, плотности, скорости звука с изменением скорости газа.	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Определение вихревого отношения в цилиндре ДВС	7	4	–	–	Практическая работа №3
	Лек	Понятие об энтропии. Условия постоянства или возрастания энтропии. Изозэнтропический процесс	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Определение скорости распространения ламинарного пламени	7	4	–	–	Практическая работа №4
	Лек	Понятие истечения газа и примеры этого явления из теории двигателей. Формула Сен-Венана и Вантцеля.	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Исследование отражения волн сжатия и разрежения от открытого конца трубопровода	7	4	–	–	Практическая работа №5
	Лек	Зависимость скорости истечения от параметров	7	2	–	–	Зачёт

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		в нутрии бака противодавления. Условие получения сверх звуковой скорости на выходе из сопла Лавалья.					
	Пр	Истечение газа из бака. Неизэнтропическое движение газа по трубе при наличие сопротивления трения	7	4	–	–	Практическая работа №6
	Лек	Течение газов через сопла и диффузоры. Расчетный и нерасчетный режимы истечения. Сопла с косым срезом. Диффузорные течения, характеристики диффузоров и их расчет	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Условия перехода от звукового течения к сверхзвуковому и обратно	7	4	–	–	Практическая работа №7
	Лек	Турбулентность и понятия турбулентности. Динамика развития турбулентности, её моделирования в турбулентности	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Расчет газовых течений с помощью газодинамических функция	7	4	–	–	Практическая работа №8
	Лек	Газовая динамика одномерных потоков. Числа подобия и газодинамические функции.	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Движение подогреваемого газа по трубе постоянного сечения	7	4	–	–	Практическая работа №9
	Лек	Одномерные течения при различных мерных воздействиях. Закон обращения воздействий и его частные случаи	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Газовая динамика элементов впуска	7	4	–	–	Практическая работа №10
	Лек	Элементы теории лопаточных машин течение газа в проточной части лопаточных машин.	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Газовая динамика элементов выпуска	7	4	–	–	Практическая работа №11
	Лек	Преобразование энергии в проточной части и газодинамические потери.	7	2	–	–	Зачёт

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Образование вихря «Тамбл» в цилиндре двигателя при организации движения заряда на впуске	7	4	–	–	Практическая работа №12
	Лек	Система дифференциальных уравнений одномерной математической модели не стационарных процессов газообмена и методы её решения. Разрывные течения.	7	2	–	–	Зачёт
	Пр	Образование вихря «Свирл» в цилиндре двигателя при организации движения заряда на впуске	7	4	–	–	Практическая работа №13
	Лек	Общие положения. Скорость химических реакций окисления. Понятия фронта пламени.	7	2	–	–	Зачёт
	Лек	Ламинарное пламя и скорость его распространения. Моделирование процессов распространения пламени в ДВС.	7	2	–	–	Зачёт
	Лек	Элементы теории пограничного слоя. Понятия пограничного слоя, характерные толщины.	7	2	–	–	Зачёт
	Лек	Ламинарный пограничный слой. Турбулентный пограничный слой.	7	2	–	–	Зачёт
	СР	Использование источников научно-технической информации и справочно-информационных изданий для анализа изученного материала	7	129,75	–	–	Зачет
	ПА	Промежуточная аттестация	7	0,25	–	–	Зачет
<b>Итого:</b>				<b>216</b>			

## **5. Образовательные технологии**

Ведущей деятельностью в процессе обучения является учебная деятельность студентов, характеризующаяся действующей системой познавательных процессов, начиная с восприятия информации и заканчивая сложнейшими творческими процессами, способностями общего и частного характера, эмоциональными явлениями, которые мотивируют многие системы учебных действий, а также общими и частными мотивациями.

При изучении дисциплины «Газовая динамика» используются следующие образовательные технологии:

- технологии традиционного обучения в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студентов;
- технология обучения в сотрудничестве – организация учебного процесса, основанного на принципах сотрудничества во временных командах или малых группах, с целью получения качественного образовательного результата. Метод обучения – работа в паре – выполнение практических работ.
- элементы проблемного обучения в виде наличия вопросов проблемного характера в практических работах и требований анализа полученных результатов с последующим выводом.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Занятия по дисциплине «Газовая динамика» для студентов вузов проводятся в соответствии с учебным планом. Аудиторная работа студентов под руководством преподавателей осуществляется в соответствии с расписанием в рамках лекций и практических занятий. В самостоятельную работу студентов входит более глубокое изучение теоретического материала, выполнение практических заданий в соответствии с направлением бакалаврской работы.

Рекомендации преподавателю.

1. Сопровождать лекционный материал простыми конкретными примерами, и т.д.
2. При проведении практических работ пояснять цель, задачи работы и предоставлять студентам возможность формулировать вопросы по существу работы не вдаваясь в конкретную последовательность действий по достижению необходимого результата.

Рекомендации студентам.

1. Посещать и конспектировать лекции.
2. Не пропускать практические занятия, стараться работать самостоятельно и в группе, обращаясь к преподавателю в случае не нахождения группой нужного решения того или иного вопроса.
3. Всегда проверять получаемые результаты на отсутствие грубых ошибок путем сравнения с известными фундаментальными законами и литературными данными и здравым смыслом.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-3.1.	Вопросы к зачету №1-42 Практические работы №1-13

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Перечень практических работ

№ п/п	Наименование практической работы
Практическая работа №1	Исследование истечения газа через сужающегося сопло
Практическая работа №2	Исследование работы ступени эжектора
Практическая работа №3	Определение вихревого отношения в цилиндре ДВС
Практическая работа №4	Определение скорости распространения ламинарного пламени
Практическая работа №5	Исследование отражения волн сжатия и разрежения от открытого конца трубопровода
Практическая работа №6	Истечение газа из бака. Неизэнтропическое движение газа по трубе при наличии сопротивления трения
Практическая работа №7	Условия перехода от звукового течения к сверхзвуковому и обратно
Практическая работа №8	Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций
Практическая работа №9	Движение подогреваемого газа по трубе постоянного сечения
Практическая работа №10	Газовая динамика элементов впуска
Практическая работа №11	Газовая динамика элементов выпуска
Практическая работа №12	Образование вихря «Тамбл» в цилиндре двигателя при организации движения заряда на впуске
Практическая работа №13	Образование вихря «Свирл» в цилиндре двигателя при организации движения заряда на впуске

#### Краткое описание и регламент выполнения

**Цель:** Изучения подходов и методик, позволяющих проводить комплекс расчетов для технико-экономических обоснований выбора вариантов конструкции энергетических установок АТС и их компонентов.

**Ожидаемый (е) результат (ы)** формирование знаний и представлений о современном состоянии подходов и методик, позволяющих проводить комплекс расчетов для технико-экономических обоснований выбора вариантов конструкции энергетических установок АТС и их компонентов.

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно выполнено содержание отчета и получено более 50% положительных ответов на вопросы при обсуждении;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если неправильно выполнено содержание отчета и не получено более 50% положительных ответов на вопросы при обсуждении.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_\_\_7\_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к зачету (устно)
1	Модель какой жидкости рассматривается в газодинамике
2	Что является теоретической основой газодинамики
3	Какие параметры движущегося газа рассматриваются в газодинамике.
4	По какому закону происходит изменения параметров газодинамики.
5	Какая скорость звука подразумевается в газодинамике.
6	В чем отличие уравнение Эйлера и Бернулли
7	Когда можно исключить температуру жидкости из рассмотрения в газодинамике.
8	В чем отличие начальных условий от граничных.
9	Как изменяется энтропия при течение невязкого сжимаемого газа
10	Как оценивается сила тяжести в газодинамике.
11	По каким параметрам можно определить какой газ
12	Какой газ можно называть заторможенным
13	Связана ли скорость звука в газе со скоростью его движения.
14	Как изменяется температура газа при его торможение
15	Как изменяется статическое давление при торможении газа
16	Как изменяется плотность газа при его торможении.
17	Как изменяется скорость звука в газе при его торможении.
18	Связаны ли параметры торможения с критическими параметрами.
19	В каких пределах изменяется критерий Маха и скоростной коэффициент $\lambda$
20	Чему равен критерий $M$ и $\lambda$ при запирации сопла
21	Чем объясняется явление запирации сопла
22	Как связаны максимальная и критическая скорость истечения газа
23	Увеличивается ли расход газа через сопло при добавлении расширяющейся части.
24	Вид уравнения состояния
25	Вид уравнения неразрывности
26	Какой параметр изменяется в большей степени при торможении газа
27	С какой скоростью распространяются в газе малые упругие возмущения
28	Как изменяется скорость газа с изменением площади сечения канала, если $M > 1$
29	Как изменяется температура торможения в цилиндрической трубе при учете сил трения
30	Как изменяются параметры газа при прямом скачке
31	Для определение какого параметра газа применяется формула Прантля
32	Какие параметры торможения не претерпевают разрывы на скачке уплотнения
33	Как изменяется энтропия при переходе через скачок уплотнения
34	Какова величина относительного изменения плотности газа в скачке
35	Какова скорость ударной волны
36	При каком сжатии ударном или адиабатическом, плотность увеличивается в большей степени
37	Каким способом можно получить сверхзвуковую скорость
38	Как изменяется скорость газа при его сжатие в компрессоре
39	Как изменяется скорость газа при расширение в турбине
40	Как изменяется скорость газа в цилиндрической трубе при нагреве газа

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету (устно)</b>
41	Как изменяется скорость газа в цилиндрической трубе при усеченных силах трения
42	Возможен ли переход через скорость звука подогревом газа

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

<b>Семестр</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
7	зачет (устно)	«зачтено»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы. Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
		«не зачтено»	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может увязать теорию с практикой.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Кудинов А. А.	Гидрогазодинамика	Учебное пособие	2018	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Зарянкин А. Е.	Основы физического моделирования, элементы теории размерностей и ее использование в задачах гидрогазодинамики	Учебное пособие	2019	ЭБС "Консультант студента"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Круглов М. Г.	Газовая динамика комбинированных двигателей внутреннего сгорания	Учебное пособие	1988	1
2	Ю. Ф. Дитякина	Физические измерения в газовой динамике и при горении	Учебное пособие	1957	1

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- WebofScience [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016–. – Режим доступа: apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004–. – Режим доступа: scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000–. – Режим доступа: elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink [Электронный ресурс]: [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842–. – Режим доступа: link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect [Электронный ресурс]: коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018–. – Режим доступа: sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	№619935341, 2013 г. бессрочный
2	Office Standart	№61935138 от 28.05.2012 бессрочный
3	Антиплагиат	985/2016 от 06.10.2016

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Б-208. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, доска аудиторная (меловая), стул, ДВС Д-30-37, настенные плакаты, ДВС В-2, ДВС ЗиЛ 130, ДВС АЗЛК412, ДВС ВА31111, блок картер в сборе РПД, наглядное пособие "Шатуны", газотурбинный двигатель, редуктор ГТД, электрический стенд "Система охлаждения", электрический стенд "Система смазки", РПД, ДВС ВА3 2108, наглядное пособие "Коленчатые валы", наглядное пособие "Поршни" стеллажи с узлами и агрегатами ДВС
2	Б-209. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска аудиторная (меловая), экран.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	
3	Б-212. Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	столы ученические, доска аудиторная, стол преподавательский, стулья ученические, сканер, шкаф книжный, ПК, доска аудиторная (меловая)
4	Б-214. Лаборатория "Газовая динамика"	стеллаж с наглядными пособиями, стеллаж с лабораторными пособиями, вакуумный привод, столы ученические двухместные (моноблоки), доска аудиторная, турбокомпрессор, вакуумная заслонка, вакуумметр, наглядные пособия, стол преподавательский, стул преподавательский.
5	Б-104. Учебно-моторный бокс	Стол�ы ученические, стулья ученические, частотметр электроносчетный ЧЗ-34А, вольтметр универсальный В7-21, электронный тахометр ТЦ-3, топливный расходомер, весы, двигатель бензиновый ВА3-2114, тормозная установка MEZ Vsetin, ресивер., лавка мягкая., шкаф металлический., двигатель дизельный Д-37Б., индикатор МАИ-2А., манометровый стенд., манометр жидкостный, узел пожаротушения ОУ-3-ВСУ
6	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет