

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

ДЕПАРТАМЕНТ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
(ДО КФУ)

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Семинар по газодинамике Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Ларионов В.М.

**Рецензент(ы):** Ткаченко Л.А., Зарипов Ринат Герфанович

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Кашапов Н. Ф.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Ларионов В.М. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), Larionov.kfu@gmail.com

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-7	способностью демонстрировать знание иностранного языка на уровне, позволяющем работать с научно-технической литературой и участвовать в международном сотрудничестве в сфере профессиональной деятельности
ПК-1	готовностью к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов
ПК-5	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

уравнения движения сжимаемого газа и методы их решения;  
характер и картину течения газа с дозвуковой, сверхзвуковой и гиперзвуковой скоростью, при обтекании твердых тел.

Должен уметь:

применять методы газодинамики к решению практических задач;  
выполнять расчеты параметров течения сжимаемого газа;  
прогнозировать переход от дозвукового к сверхзвуковому течению и обратно.

Должен владеть:

математическим аппаратом газовой динамики;  
навыками проведения расчетов течений в технических, газодинамических устройствах;

Должен демонстрировать способность и готовность:

проводить теоретическое исследование процессов движения сжимаемого газа с высокой скоростью;  
выполнять физико-технические расчеты газодинамических процессов в промышленных установках.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 52 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 52 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 20 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Одномерное движение сжимаемого газа.	8	0	8	0	3
2.	Тема 2. Основы теории турбулентных струй.	8	0	10	0	3
3.	Тема 3. Течение сжимаемого газа при обтекании тел.	8	0	10	0	3
4.	Тема 4. Газовые эжекторы, принципы действия, методики расчета.	8	0	8	0	3
5.	Тема 5. Скачки уплотнения.	8	0	8	0	3
6.	Тема 6. Понятие и основные свойства гиперзвукового течения газа.	8	0	8	0	5
	Итого		0	52	0	20

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Одномерное движение сжимаемого газа.

Ускорение потока, сопло Лаваля. Движение газа с подводом теплоты, кризис сопротивления. Условия перехода от дозвукового к сверхзвуковому течению и обратно. Ограничимся рассмотрением одномерных течений идеального газа, подчиняющегося уравнению состояния

Уравнение Бернулли для адиабатического движения сжимаемого газа. Адиабаты Пуассона.

###### Тема 2. Основы теории турбулентных струй.

В приближении бесконечно быстрой (мгновенной) скорости реакций, продолжая разработку идей описания химических реакций в турбулентных струях, рассмотрена задача горения турбулентной струи газообразного реагента (топлива), распространяющейся в окружающей среде другого реагента (окислителя ? воздуха). Оценки гидродинамических и реакционных параметров получены на основе представлений о турбулентной среде как совокупности независимых турбулентных вихрей, при случайных столкновениях которых происходит обмен реагентами и химическая реакция. Особенностью данной задачи явилось то, что реакционные объемы реагентов в отличие от упомянутой работы, в которой они совпадали с физическими объемами реагентов, теперь сами оказались в роли своеобразных реагентов реакционного процесса, для описания взаимодействия которых так же, как и для веществ реагирующих молекул, возникла естественная необходимость введения понятия эффективной скорости реакции. Было получено соответствующее уравнение баланса реакционных объемов, замкнувшего систему интегральных уравнений баланса, описывающих все необходимые свойства быстрых химических реакций в условиях турбулентного смешения реагирующих веществ. В теории отсутствуют какие-либо эмпирические или полуэмпирические корреляции, но имеется одна универсальная константа, которая вошла в качестве множителя в некоторую комбинацию независимых параметров, имеющей смысл параметра интенсивности турбулентного смешения реагентов. Поэтому указанную константу можно рассматривать в качестве единицы масштаба измерения данного параметра и таким образом при проведении оценок и расчетов полностью исключить ее из соотношений предлагаемой теории. Проведен качественный анализ предельных вариантов процесса, даны количественные расчеты конкретных реакций.

###### Тема 3. Течение сжимаемого газа при обтекании тел.

Газовые струи, двухфазные течения, турбулентные газовые струи, коэффициент сжатия струи, скорости, расхода, поверхностное натяжение, поверхностное натяжение при соприкосновении многих сред, двухфазные системы, взаимодействие струи жидкости со стенкой, разрушение струи жидкости, движение капли, разрушение капли жидкости в потоке газа, испарение капли жидкости, уравнение движения факела распыленной жидкости. Математическое моделирование течений жидкости и газа, элементы вычислительной газовой динамики, дискретизация уравнений в частных производных, явная и неявная дискретизация, согласованность, сходимости и устойчивость, критерий Куранта, методы решения уравнений газовой динамики, начальные и граничные условия. Экспериментальная газодинамика, задачи и методы проведения газодинамических экспериментов, определение параметров потока, методы и приборы измерения давления, измерение скорости потока и расхода газа, лазерно-доплеровские анемометры, измерение температуры, визуальные методы, установки для экспериментальных исследований, аэродинамические и ударные трубы.

#### **Тема 4. Газовые эжекторы, принципы действия, методики расчета.**

Проведен критический обзор предшествующих работ по газовым эжекторам. Разработаны теории и методики расчета газовых эжекторов с цилиндрическими и изобарическими камерами смешения, опирающиеся на новые подходы к оптимизации режимно-геометрических параметров эжектора. Расчетным путем показано, что отношение статических давлений в смешиваемых газах на выходе из сопел эжектора весьма близко к единице для широкого диапазона изменения параметров эжектора. Изучены особенности течения газов в проточной части эжектора. Дано сравнение эффективности работы эжекторов с цилиндрической и изобарической камерами смешения. Разработана теория оптимизации многоступенчатого эжектора с наиболее выгодным распределением высоконапорного газа между ступенями газовых эжекторов. Рассмотрен жидкостный эжектор, сходный по схеме с газовым эжектором, имеющим изобарическую камеру смешения.

#### **Тема 5. Скачки уплотнения.**

Анализ изменения параметров газа в прямом скачке, параметров потока при прохождении косоугольного скачка. Изучение законов сохранения массы, полной энергии и полного импульса в проекции. Обзор взаимодействия сверхзвукового потока с ограничивающими поверхностями. Виды скачков уплотнения. Изменение параметров потока при переходе через скачок уплотнения. Местные скачки уплотнения.

#### **Тема 6. Понятие и основные свойства гиперзвукового течения газа.**

В рамках классической постановки задачи исследовано обтекание острых эллиптических конусов в широком диапазоне определяющих параметров и показано их влияние на

структуру поля течения и поведение местных и суммарных аэродинамических характеристик. При наличии вязко-невязкого взаимодействия рассмотрено обтекание тонких треугольных крыльев при нулевом и малых углах атаки. Установлены особенности развития течения в пространственном ламинарном пограничном слое и поведение аэродинамических характеристик треугольных

крыльев в зависимости от определяющих параметров. Проанализированы некоторые аспекты трехмерных ?отрывных? течений. Кратко изложены методы численного анализа уравнений пограничного слоя при отсутствии и наличии вязко-невязкого взаимодействия.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного доступа к электронным образовательным ресурсам в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".



## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 8</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Научный доклад	ОК-6 , ОК-7 , ОПК-7 , ПК-1 , ПК-5	1. Одномерное движение сжимаемого газа. 2. Основы теории турбулентных струй. 3. Течение сжимаемого газа при обтекании тел. 4. Газовые эжекторы, принципы действия, методики расчета. 5. Скачки уплотнения. 6. Понятие и основные свойства гиперзвукового течения газа.
2	Реферат	ПК-5 , ПК-1 , ОПК-7 , ОК-7 , ОК-6	1. Одномерное движение сжимаемого газа. 2. Основы теории турбулентных струй. 3. Течение сжимаемого газа при обтекании тел. 4. Газовые эжекторы, принципы действия, методики расчета. 5. Скачки уплотнения. 6. Понятие и основные свойства гиперзвукового течения газа.
3	Презентация	ОК-6 , ОК-7 , ОПК-7 , ПК-5	1. Одномерное движение сжимаемого газа. 2. Основы теории турбулентных струй. 3. Течение сжимаемого газа при обтекании тел. 4. Газовые эжекторы, принципы действия, методики расчета. 5. Скачки уплотнения. 6. Понятие и основные свойства гиперзвукового течения газа.
	<b>Зачет</b>	ОК-6, ОК-7, ОПК-7, ПК-1, ПК-5	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Научный доклад	Тема полностью раскрыта. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Тема частично раскрыта. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Тема не раскрыта. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 8

##### Текущий контроль

##### 1. Научный доклад

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Научный доклад ? это развернутое публичное выступление по определенной теме, базирующееся на данных теоретических или практических изысканий.

Определитесь с темой для научного доклада. Если преподаватель предлагает вам на выбор несколько тем, берите ту, которая кажется вам наиболее интересной. Обязательно согласуйте свое решение с преподавателем.

Подберите и изучите материалы по теме. Составьте библиографию.

Составьте план доклада.

Помните, что научный доклад не является рефератом, поэтому он должен основываться не только на цитировании работ признанных ученых, но и отражать ваш взгляд на проблему.

##### 2. Реферат

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

1. Течение жидкости и невязкого (идеального газа)
2. Соотношения термодинамики
3. Скорость звука. Число Маха
4. Течение газа без трения и теплообмена
5. Волны давления в газовом потоке
6. Волны разряжения
7. Взаимодействие сверхзвукового потока с органическими поверхностями
8. Функция потока и потенциал скорости
9. Моделирование в гидрогазодинамике
10. Подобие потока при действии различных сил
11. Пограничный слой

Структура данной работы имеет следующие части:

оформление в виде титульного листа;  
оглавление или содержание работы;  
введение;  
основную часть;  
заключение;  
список использованной литературы.

### 3. Презентация

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Отличить хорошую презентацию очень просто: она помогает удержать внимание слушателей. В плохой презентации все в кучу: глаза разбегаются по ярким слайдам, мозг пытается обработать текст, а в это время спикер что-то бормочет о своем.

Чтобы сделать хорошую презентацию, не нужно уметь рисовать, владеть фотошопом и тратить часы на сборку слайдов. Хорошая презентация ? это внятное изложение и хорошая подача прежде всего. Это одинаково работает в публичных выступлениях и презентациях на сайтах.

1. Сформулируйте тему
2. Определите цель
3. Продумайте сценарий
4. Покажите примеры
5. Чередуите слайды
6. Скажите, что делать дальше
7. Меньше цветов
8. Больше контраста
9. Меньше шрифтов
11. Тексты короче
12. Рассчитайте сколько слайдов должно быть в презентации
13. Добавьте изображения
14. Подружите слайды

### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Уравнение непрерывности.
2. Уравнение Эйлера.
3. Линии тока. Уравнение Бернулли.
4. Несжимаемая жидкость. Условия применимости приближения несжимаемой жидкости.
5. Обтекание шара идеальной несжимаемой жидкостью.
10. Обтекание цилиндра идеальной несжимаемой жидкостью.
11. Сила, действующая на тело, обтекаемое идеальной несжимаемой жидкостью. Парадокс Даламбера.
12. Циркуляция скорости. Теорема Томсона.
13. Уравнения движения вязкой жидкости. Тензор напряжений для вязкой жидкости.
14. Уравнение Навье-Стокса.
15. Тензор плотности потока импульса в вязкой жидкости.
16. Сила, действующая на соприкасающуюся с жидкостью твердую поверхность.
17. Точные решения уравнений движения вязкой жидкости для течений Куэтта и Пуазейля (примеры).
18. Закон подобия течений. Критерии подобия.
19. Обтекание шара вязкой жидкостью. Формула Стокса.
20. Диссипация энергии в вязкой несжимаемой жидкости.
21. Общее уравнение переноса тепла в вязкой несжимаемой жидкости. Теплопроводность.
22. Подобие течений с учетом переноса тепла. Числа Прандтл, Пекле, Нуссельта.

### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".



56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Научный доклад	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты оцениваются также ораторские способности.	1	15
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	2	15
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдает её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	3	20
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Глазков В. В. Техническая газодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие: 1-е изд. / Глазков В. В. - Лань, 2018 - 108с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/107284>
2. Жданов В. М. Модели процессов молекулярного переноса в физико-химической газодинамике, Т. 3 Физико-химические процессы в газовой динамике Справочник [Электронный ресурс]: справочник / Жданов В. М., Галкин В. С., Гордеев О. А., Соколова И. А. - Физматлит, 2012 - 284с. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59588](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59588)
3. Учайкин В. В. Механика. Основы механики сплошных сред. Задачи с указаниями и ответами [Электронный ресурс]: 1-е изд. / Учайкин В. В. - Лань, 2018 - 320с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/101845>
4. Волков К. Н. Турбулентные струи -- статистические модели и моделирование крупных вихрей [Электронный ресурс] / Волков К. Н., Емельянов В. Н., Зазимко В. А. - Физматлит, 2014 - 360с. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59662](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59662)

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Волков К. Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях [Электронный ресурс] / Волков К. Н., Емельянов В. Н. - Физматлит, 2010 - 463с. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=49099](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49099)
2. Андреев С. Г. Экспериментальные методы физики взрыва и удара [Электронный ресурс] / Андреев С. Г., Бойко М. М., Селиванов В. В. - Физматлит, 2013 - 752с. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59748](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59748)
3. Вараксин А.Ю. Столкновения в потоках газа с твердыми частицами [Электронный ресурс] / Вараксин А.Ю. - Москва: Физматлит, 2008 - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109444.html>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Газовая динамика -

http://slovari.yandex.ru/%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F%20%D0%B4%D0%B8%D0%BD%6

ГАЗОВАЯ ДИНАМИКА ? Физический энциклопедический словарь -

[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/555/%D0%93%D0%90%D0%97%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%AF](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/555/%D0%93%D0%90%D0%97%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%AF)

Газовая динамика задачи и упражнения - [http://nocmss.hydro.nsc.ru/files/chesn\\_teshukov.pdf](http://nocmss.hydro.nsc.ru/files/chesn_teshukov.pdf)

Газодинамика ? Википедия - <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C3%E0%E7%EE%E4%E8%ED%E0%EC%E8%EA%E0>

Гидроаэромеханика и газовая динамика - [http://gasdyn-ipm.ipmnet.ru/~izmod/mss-2k/baranov\\_text\\_book.pdf](http://gasdyn-ipm.ipmnet.ru/~izmod/mss-2k/baranov_text_book.pdf)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Практические занятия представляют особую форму сочетания теории и практики. Их назначение ? углубление проработки теоретического материала предмета путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к практическим занятиям включает изучение обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение практического занятия предполагает, например: - индивидуальные выступления студентов с сообщениями по какому-либо вопросу изучаемой темы; - фронтальное обсуждение рассматриваемой проблемы, обобщения и выводы; - решение задач и упражнений по образцу; - решение вариантных задач и упражнений; - выполнение контрольных работ; При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется: внимательно ознакомиться с тематикой практического занятия; прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу; составить краткий план ответа на каждый вопрос практического занятия; проверить свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки; если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради. Все письменные задания выполнять в рабочей тетради. Практические занятия развивают у студентов навыки самостоятельной работы по решению конкретных задач.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов проводится с целью: - систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений; - углубления и расширения теоретических знаний; - формирования умений использовать справочную литературу; - развития познавательных и творческих способностей студентов; - формирования самостоятельности мышления; - развития исследовательских умений. Для достижения указанной цели студенты должны решать следующие задачи: - изучить рекомендуемые литературные источники; - изучить основные понятия и определения; - решить предложенные задачи; - ответить на контрольные вопросы.

Вид работ	Методические рекомендации
научный доклад	<p>Научный доклад – результат проведенного студентом научного исследования по определенной тематике, выносимый на публичное обсуждение. Тезисы докладов, как один из видов научных публикаций, представляют собой краткие публикации, как правило, содержащие 1-3 страницы, отражающие основные результаты исследований по определенной тематике.</p> <p>Научный доклад должен содержать краткий, но достаточный для понимания отчет о проведенном исследовании и объективное обсуждение его значения. Отчет должен содержать достаточное количество данных и ссылок на опубликованные источники информации.</p> <p>Разработка научного доклада требует соблюдения определенных правил изложения материала. Все изложение должно соответствовать строгому логическому плану и раскрывать основную цель доклада.</p> <p>Основные моменты, которыми следует руководствоваться студентам при подготовке научных докладов можно изложить в следующих пунктах:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>актуальность темы доклада;</li><li>развитие научной мысли по исследуемой тематике;</li><li>осуществление обратной связи между разделами доклада;</li><li>обращение к ранее опубликованным материалам по данной теме;</li><li>широкое использование тематической литературы;</li><li>четкая логическая структура компоновки отдельных разделов доклада.</li></ul> <p>Название – очень важный элемент. По названию судят обо всей работе. Поэтому заглавие работы должно полностью отражать ее содержание.</p> <p>Научный доклад должен включать в себя следующие структурные элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>вступление;</li><li>основные результаты исследования и их обсуждение;</li><li>заключение (выводы);</li><li>список использованных при подготовке и цитированных источников.</li></ul> <p>При подготовке любой научной или аналитической работы, связанной с проведением исследований, требуется грамотно оформить вступление. Целью вступления является доведение до слушателей основных задач, которые ставил перед собой автор.</p> <p>Как правило, вступление должно в себя включать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>раскрытие уровня актуальности данной темы;</li><li>подробное объяснение причин, по которым была выбрана тема;</li><li>определение целей и задач;</li><li>необходимую вводную информацию по теме;</li><li>четкий план изложения материала.</li></ul> <p>Далее автором в краткой форме излагаются основные результаты, полученные в ходе исследования, и на их основании делаются выводы. Этот раздел можно насытить иллюстрациями – таблицами, графиками, фотографиями, которые несут основную функцию доказательства, представляя в свернутом виде подготовленный материал. В случае если полученная в результате исследования информация позволяет двоякое толкование фактов, делаются альтернативные выводы.</p> <p>Если тема научного исследования посвящено сугубо узкой тематике, то в научный доклад</p>

можно включить более детальную информацию по исследуемому вопросу.

Вид работ	Методические рекомендации
реферат	<p>Реферат ? письменная работа, выполняемая обучающимся в течение длительного срока (от одной недели до месяца). Реферат (от лат. referer ? докладывать, сообщать) ? краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу. Реферат отвечает на вопрос ? что содержится в данной публикации (публикациях). Однако реферат ? не механический пересказ работы, а изложение ее сущности. В настоящее время, помимо реферирования прочитанной литературы, от обучающегося требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу. Тему реферата может предложить преподаватель или сам обучающийся, в последнем случае она должна быть согласована с преподавателем. В реферате нужны развернутые аргументы, рассуждения, сравнения. Материал подается не столько в развитии, сколько в форме констатации или описания. Содержание реферированного произведения излагается объективно от имени автора. Если в первичном документе главная мысль сформулирована недостаточно четко, в реферате она должна быть конкретизирована и выделена. Структура реферата: 1. Титульный лист. 2. После титульного листа на отдельной странице следует оглавление (план, содержание), в котором указаны названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата. 3. После оглавления следует введение. Объем введения составляет 1,5-2 страницы. 4. Основная часть реферата может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2-3 параграфов (подпунктов, разделов) и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. В том случае если цитируется или используется чья-либо неординарная мысль, идея, вывод, приводится какой-либо цифрой материал, таблицу - обязательно сделайте ссылку на того автора у кого вы взяли данный материал. 5. Заключение содержит главные выводы, и итоги из текста основной части, в нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные во введении. 6. Приложение может включать графики, таблицы, расчеты. 7. Библиография (список литературы) здесь указывается реально использованная для написания реферата литература. Список составляется согласно правилам библиографического описания. Этапы работы над рефератом. Работу над рефератом можно условно подразделить на три этапа: 1. Подготовительный этап, включающий изучение предмета исследования; 2. Изложение результатов изучения в виде связного текста; 3. Устное сообщение по теме реферата.</p>



Вид работ	Методические рекомендации
презентация	<p>Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint. Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов -то есть электронных страничек, занимающих весь экран монитора (без присутствия панелей программы). Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже ?раздается собравшимся как печатный материал. Количество слайдов адекватно содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).</p> <p>На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах. Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:</p> <p>1 стратегия: на слайды выносятся опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования: объем текста на слайде ?не больше 7 строк; маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов; отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках; значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.</p> <p>Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.</p> <p>2 стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования: выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации);</p> <p>Максимальное количество графической информации на одном слайде ?2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана. Основная ошибка при выборе данной стратегии ??соревнование? со своим иллюстративным материалов (аудитории не предоставляется достаточно времени, чтобы воспринять материал на слайдах). Обычный слайд, без эффектов анимации должен демонстрироваться на экране не менее 10 -15 секунд. За меньшее время присутствующие не успеют осознать содержание слайда. Если какая-то картинка появилась на 5 секунд, а потом тут же сменилась другой, то аудитория будет считать, что докладчик ее подгоняет. Обратного (позитивного) эффекта можно достигнуть, если докладчик пролистывает множество слайдов со сложными таблицами и диаграммами, говоря при этом ?Вот тут приведен разного рода вспомогательный материал, но я его хочу пропустить, чтобы не перегружать выступление подробностями?. Правда, такой прием делать в начале и в конце презентации ?рискованно, оптимальный вариант ?в середине выступления. Если на слайде приводится сложная диаграмма, ее необходимо предварить вводными словами (например, ?На этой диаграмме приводится то-то и то-то, зеленым отмечены показатели А, синим ?показатели Б?), с тем, чтобы дать время аудитории на ее рассмотрение, а только затем приступить к ее обсуждению. Каждый слайд, в среднем должен находиться на экране не меньше 40 ?60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение).</p>
зачет	<p>Студенты сдают зачеты в конце теоретического обучения. К зачету допускается студент, выполнивший в полном объеме задания, предусмотренные в рабочей программе. В случае пропуска каких-либо видов учебных занятий по уважительным или неуважительным причинам студент самостоятельно выполняет и сдает на проверку в письменном виде общие или индивидуальные задания, определяемые преподавателем. Зачет по теоретическому курсу проходит в устной или письменной форме (определяется преподавателем) на основе перечня вопросов, которые отражают содержание действующей рабочей программы учебной дисциплины. Студентам рекомендуется: - готовиться к зачету в группе (два-три человека); - внимательно прочитать вопросы к зачету; - составить план ответа на каждый вопрос, выделив ключевые моменты материала; - изучив несколько вопросов, обсудить их с однокурсниками. Ответ должен быть аргументированным. Результаты сдачи зачетов оцениваются отметкой ?зачтено? или ?незачтено?.</p>

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Семинар по газодинамике" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Семинар по газодинамике" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено .