

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Семинар по газодинамике

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Иовлева О.В. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), Olga.Beloded@kpfu.ru ; 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 ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК-6	способностью работать с распределенными базами данных, работать с информацией в глобальных компьютерных сетях, применяя современные образовательные и информационные технологии
ПК-5	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

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 (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.10.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (Техническая физика)" 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 (модуля)

Тема 1. Одномерное движение сжимаемого газа.

Ускорение потока, сопло Лавала. 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"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	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?.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

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 "Техническая физика".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Основная литература:

1. Глазков, В. В. Техническая газодинамика : учебное пособие / В. В. Глазков. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 108 с. - ISBN 978-5-8114-3010-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/107284> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Физико-химические процессы в газовой динамике. Справочник : справочник / В. М. Жданов, В. С. Галкин, О. А. Гордеев, И. А. Соколова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 3 : Модели процессов молекулярного переноса в физико-химической газодинамике - 2012. - 284 с. - ISBN 978-5-9221-1158-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59588> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред. Задачи с указаниями и ответами : учебное пособие / В. В. Учайкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-2803-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/101845> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Волков, К. Н. Турбулентные струи -- статистические модели и моделирование крупных вихрей : монография / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, В. А. Зазимко. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 360 с. - ISBN 978-5-9221-1526-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59662> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Волков, К. Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях : учебное пособие / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 463 с. - ISBN 978-5-9221-1182-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/49099> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Андреев, С. Г. Экспериментальные методы физики взрыва и удара : учебник / С. Г. Андреев, М. М. Бойко, В. В. Селиванов ; под редакцией В. В. Селиванова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 752 с. - ISBN 978-5-9221-1496-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59748> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Вараксин, А. Ю. Столкновения в потоках газа с твердыми частицами / Вараксин А. Ю. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-0944-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109444.html> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.10.01 Семинар по газодинамике

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.