

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

Механика жидкости, газа и плазмы Б1.В.ОД.5

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): Иовлева О.В. , Ларионов В.М.

Рецензент(ы): 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) доцент, к.н. 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 образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	способностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности
ПК-5	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основы механики сплошной среды и низкотемпературной плазмы;
уравнения движения идеальной и вязкой жидкости и методы их решения;
уравнения магнитной гидродинамики;
характер и картину течения газа и жидкости в каналах и при обтекании твердых тел в обычных условиях и при наличии плазмы.

Должен уметь:

применять методы механики сплошной среды и низкотемпературной плазмы к решению практических задач;
выполнять расчеты параметров течений газа, жидкости и плазмы;
проводить измерения параметров течения сплошной среды в отсутствие и с учетом электрических разрядов.

Должен владеть:

математическим аппаратом механики жидкости, газа и плазмы;
навыками проведения расчетов потоков сплошной среды, в том числе при наличии электромагнитного поля;
навыками работы с современной измерительной аппаратурой.

Должен демонстрировать способность и готовность:

проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов движения сплошной среды, в том числе при наличии электромагнитного поля;
выполнять физико-технические расчеты применительно к конкретным промышленным установкам;
разрабатывать программу, приборное и методическое обеспечение экспериментальных и проектно-конструкторских работ.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 5 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 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 170 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 44 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 10 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет и экзамен в 5 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. История развития теории движения сплошной среды. Объекты исследования и подходы.	5	9	0	0	1
2.	Тема 2. Идеальная жидкость.	5	9	8	15	2
6.	Тема 6. Вязкая жидкость.	5	9	10	15	2
10.	Тема 10. Ламинарный пограничный слой.	5	9	8	15	2
13.	Тема 13. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости.	5	9	10	13	2
17.	Тема 17. Понятие и определение плазмы.	5	9	8	14	1
	Итого		54	44	72	10

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. История развития теории движения сплошной среды. Объекты исследования и подходы.

Механика сплошных сред - раздел механики, физики сплошных сред и физики конденсированного состояния, посвященный движению газообразных, жидких и деформируемых твердых тел, а также силовым взаимодействиям в таких телах.

Член-корреспондент АН СССР А. А. Ильюшин характеризовал механику сплошных сред как "обширную и очень разветвленную науку, включающую теорию упругости, вязкоупругости, пластичности и ползучести, гидродинамику, аэродинамику и газовую динамику с теорией плазмы, динамику сред с неравновесными процессами изменения структуры и фазовыми переходами"[1].

Помимо обычных материальных тел, подобных воде, воздуху или железу, в механике сплошных сред рассматриваются также особые среды - поля: электромагнитное поле, гравитационное поле и другие.

Механика сплошных сред делится на такие основные разделы: механика деформируемого твердого тела, гидромеханика, газовая динамика. Каждая из этих дисциплин также делится на разделы (уже более узкие); так, механика деформируемого твердого тела делится на теорию упругости, теорию пластичности, теорию трещин и т. д.

Основные разделы: механика деформируемого твердого тела, гидромеханика, газовая динамика. Подходы к изучению движения деформируемых сред. Проблемы механики сплошных сред. Гипотеза сплошности. Методы описания движения сплошной среды.

Тема 2. Идеальная жидкость.

Идеальная жидкость - в гидродинамике - воображаемая жидкость (сжимаемая или несжимаемая), в которой отсутствуют вязкость и теплопроводность. Так как в ней отсутствует внутреннее трение, то нет касательных напряжений между двумя соседними слоями жидкости[1].

Моделью идеальной жидкости пользуются при теоретическом рассмотрении задач, в которых вязкость не является определяющим фактором и ею можно пренебречь. В частности, такая идеализация допустима во многих случаях течения, рассматриваемых гидроаэромеханикой, и даёт хорошее описание реальных течений жидкостей и газов на достаточном удалении от омываемых твердых поверхностей и поверхностей раздела с неподвижной средой. Математическое описание течений идеальных жидкостей позволяет найти теоретическое решение ряда задач о движении жидкостей и газов в каналах различной формы, при истечении струй и при обтекании тел.

Идеальная жидкость

Стационарное течение

Уравнение Бернулли

Следствие уравнения Бернулли

Вязкость

Уравнение Навье-Стокса

Число Рейнольдса

Ламинарное течение

Турбулентное течение

Подъемная сила

Уравнения движения газа (жидкости). Уравнение неразрывности (интегральные и дифференциальное).

Уравнение количества движения (интегральные и дифференциальное)

Использование интегральных уравнений гидромеханики для решения прикладных задач. Математическое описание рабочих процессов в полостях. Определение силы действующей на тело помещенное в газовый поток.

Тема 6. Вязкая жидкость.

Вязкой жидкостью наз. жидкость, в которой при движении кроме нормальных напряжений наблюдаются и касательные напряжения. Причиной вязкости касательных напряжений является хаотическое движение молекул, переход из слоя в слой создает торможение движущихся слоев относительно друг друга.

Жидкость наз. вязкой ньютоновской, если выполнены условия:

- 1) в жидкости, когда она движется как абсолютно твердое тело или находится в покое, наблюдаются только нормальные напряжения;
- 2) компоненты тензора напряжений есть линейные функции компонент тензора скоростей деформаций;
- 3) жидкость изотропна, т.е. ее свойства одинаковы по всем направлениям

Уравнения движения. Диссипация энергии. Подобие течений, числа Рейнольдса, Струхала, Эйлера, Фруда. Течение при малых числах Рейнольдса.

Течение Куэтта, движение в плоском и осесимметричном канале. Формула Стокса. Течение за обтекаемым телом, ламинарный "след".

Тема 10. Ламинарный пограничный слой.

Уравнения Прандтля. Пограничный слой на пластине, толщина пограничного слоя.

Пограничный слой, область течения вязкой жидкости (газа) с малой по сравнению с продольными размерами поперечной толщиной, образующаяся у поверхности обтекаемого твердого тела или на границе раздела двух потоков жидкости с различными скоростями, температурами или химическим составом. Пограничный слой характеризуется резким изменением в поперечном направлении скорости (динамический пограничный слой), или температуры (тепловой, или температурный, пограничный слой), или же концентраций отдельных химических компонентов (диффузионный, или концентрационный, пограничный слой). На формирование течения в пограничном слое основное влияние оказывают вязкость, теплопроводность и диффузионная способность жидкости (газа). Внутри динамического пограничного слоя происходит плавное изменение скорости от её значения во внешнем потоке до нуля на стенке (вследствие прилипания вязкой жидкости к твердой поверхности). Аналогично внутри пограничного слоя плавно изменяются температура и концентрация.

Тема 13. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости.

Общая характеристика. Логарифмический профиль скорости. Пограничный слой на пластине. Обтекание тел при больших числах Рейнольдса, кризис сопротивления.

С увеличением скорости роль сил инерции частиц жидкости увеличивается, слоистый характер течения жидкости нарушается, линии тока рвутся, появляются вихри. Ламинарное течение переходит в турбулентное. (Ламинарное - от латинского *lamina* - пластинка, турбулентное -от латинского *turbulentus* - бурный, беспорядочный).

В 1876-83г.г. английский инженер Осборн Рейнольдс (1842-1912) экспериментально нашел количественный критерий перехода ламинарного течения в цилиндрических трубах в турбулентное. Re = Число Рейнольдса (30.6)

Тема 17. Понятие и определение плазмы.

Плазма (от греч. πλάσμα "вылепленное, оформленное") - ионизованный газ, одно из четырёх основных агрегатных состояний вещества.

Ионизированный газ содержит свободные электроны и положительные и отрицательные ионы. В более широком смысле, плазма может состоять из любых заряженных частиц (например, кварк-глюонная плазма).

Квазинейтральность означает, что суммарный заряд в любом малом по сравнению с размерами системы объёме равен нулю, является её ключевым отличием от других систем, содержащих заряженные частицы (например, электронные или ионные пучки). Поскольку при нагреве газа до достаточно высоких температур, он переходит в плазму, она называется четвёртым (после твёрдого, жидкого и газообразного) агрегатным состоянием вещества.

Поскольку частицы в газе обладают подвижностью, плазма обладает способностью проводить электрический ток. В стационарном случае плазма экранирует постоянное внешнее по отношению к ней электрическое поле за счёт пространственного разделения зарядов. Однако из-за наличия ненулевой температуры заряженных частиц существует минимальный масштаб, на расстояниях меньше которого квазинейтральность нарушается.

Физика плазмы и электродинамика. Плазма как жидкость. Уравнения магнитной гидродинамики. Движение плазмы в магнитном поле.

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 электронных образовательных ресурсов 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
Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 5			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ПК-5 , ОПК-3	1. История развития теории движения сплошной среды. Объекты исследования и подходы. 2. Идеальная жидкость. 6. Вязкая жидкость. 10. Ламинарный пограничный слой. 13. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости. 17. Понятие и определение плазмы.
2	Письменная работа	ОПК-3 , ПК-5	2. Идеальная жидкость. 6. Вязкая жидкость. 10. Ламинарный пограничный слой. 13. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости. 17. Понятие и определение плазмы.
3	Контрольная работа	ОПК-3 , ПК-5	2. Идеальная жидкость. 6. Вязкая жидкость. 10. Ламинарный пограничный слой. 13. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости. 17. Понятие и определение плазмы.
6.2	Зачет и экзамен	ОПК-3, 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.	
Семестр 5					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	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.		
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	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 5

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 2, 6, 10, 13, 17

По каждой пройденной теме подготовить доклад с презентацией. Доложить и обсудить на практических занятиях в виде семинара. Цель: до конца разобрать вопросы, которые недопоняли студенты на лекции.

1. Что такое линии тока?
2. Линии тока и траектория движения частиц ?одно ли это и то же?
3. Что значит установившееся движение жидкости?
4. Проведите анализ размерностей уравнения Бернулли в системе СИ.
5. Продемонстрируйте выполнение закона Бернулли в бытовых условиях.
6. Используя \square -теорему, выведите формулу Торричелли с точностью до множителя.
7. Какие режимы движения ньютоновских жидкостей вы знаете?
8. Как можно определить режим движения вязкой жидкости в трубе?
9. Расскажите о таких видах движения, как относительное, переносное и абсолютное.
10. Что такое изобара?
11. В чем заключаются закон Паскаля и парадокс?
12. Объясните алгоритм, по которому Архимед смог определить наличие примесей в золотой короне (вспомните известную легенду).
13. Запишите и разъясните основное уравнение гидростатики.
14. В чем заключается принцип сообщающихся сосудов?

2. Письменная работа

Темы 2, 6, 10, 13, 17

1. Из открытой емкости через небольшое отверстие на дне вытекает вода. Уровень жидкости в емкости поддерживается постоянным $h = 5$ м. Определить скорость истечения воды, $\rho = 103$ кг/м³.
2. Решить задачу 1 в случае, когда дополнительное количество жидкости в емкость не поступает, начальный уровень жидкости h_0 , площадь ее свободной поверхности S_0 ? постоянная, площадь отверстия мала ($S_0/S_1 \ll 1$).
3. Найти скорость истечения воздуха из большой емкости в атмосферу, считая, что газ расширяется адиабатически. Давление воздуха в емкости P_1 , плотность ρ_1 ; в атмосфере: P_0 , ρ_0 , показатель адиабаты γ , сила тяжести не учитывается.
4. В горизонтальной трубе длиной l движется несжимаемая жидкость плотностью ρ . Найти скорость истечения, если жидкость непрерывно поступает в трубу, причем давление на входе изменяется по закону $P_0 = P_a + at$, а на выходе равно атмосферному P_a .
5. Определить коэффициент отражения звуковой волны на закрытом и идеально открытом конце трубы.
6. Найти импеданс и коэффициент отражения звуковой волны на конце трубы, переходящей в емкость объемом V .
7. Найти силу трения, действующую на единицу поверхности вязкой несжимаемой жидкости, движущейся в трубе длиной l , радиусом R , если давление на ее концах P_0, P_1 .
8. Получить выражения для компонент скорости жидкости U_r, U_θ , считая решение задачи Стокса для скорости U известным.
9. Чему равна средняя по сечению трубы скорость вязкой несжимаемой жидкости в трубе, если скорость течения на оси трубы U_m ?
10. Вычислить коэффициент сопротивления пластины длиной 0.06 м и толщину пограничного слоя на расстоянии 0.05 м от ее переднего края при обтекании потоком воздуха ($\nu = 1.5 \cdot 10^{-5}$ м²/с) со скоростью 0.4 м/с.

3. Контрольная работа

Темы 2, 6, 10, 13, 17

1. При увеличении температуры удельный вес жидкости а) уменьшается; б) увеличивается; в) не изменяется. г) сначала увеличивается, а затем уменьшается
2. Сжимаемость это свойство жидкости а) изменять свою форму под действием давления; б) изменять свой объем под действием давления; в) сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму; г) изменять свой объем без воздействия давления.
3. Сжимаемость жидкости характеризуется а) коэффициентом Генри; б) коэффициентом температурного сжатия; в) коэффициентом поджатия; г) коэффициентом объемного сжатия.
4. Текучестью жидкости называется а) величина прямо пропорциональная динамическому коэффициенту вязкости; б) величина обратная динамическому коэффициенту вязкости; в) величина обратно пропорциональная кинематическому коэффициенту вязкости; г) величина пропорциональная градусам Энглера.
5. Вязкость жидкости не характеризуется а) кинематическим коэффициентом вязкости; б) динамическим коэффициентом вязкости; в) градусами Энглера; г) статическим коэффициентом вязкости.
6. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой а) ν ; б) μ ; в) η ; г) τ .
7. Динамический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой а) ν ; б) μ ; в) η ; г) τ .
8. В вискозиметре Энглера объем испытуемой жидкости, истекающего через капилляр равен а) 300 см³; б) 200 см³; в) 200 м³; г) 200 мм³.

9. Вязкость жидкости при увеличении температуры а) увеличивается; б) уменьшается; в) остается неизменной; г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.
10. Вязкость газа при увеличении температуры а) увеличивается; б) уменьшается; в) остается неизменной; г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

Зачет и экзамен

Вопросы к зачету и экзамену:

1. Уравнение непрерывности.
2. Уравнение Эйлера.
3. Уравнение Бернулли.
4. Поток энергии.
5. Поток импульса.
6. Уравнение движения вязкой жидкости.
7. Потенциальное движение, его свойства.
8. Обтекание тел, сила сопротивления.
9. Волновое уравнение.
10. Турбулентное течение жидкости в трубе, коэффициент сопротивления.
11. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости.
12. Турбулентный пограничный слой.
13. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости.
14. Установившееся движение вязкой несжимаемой жидкости.
15. Течение при малых Числах Рейнольдса.
16. Ламинарный пограничный слой.
17. Обтекание пластины.
18. Влияние пограничного слоя на характер течения жидкости.
19. Турбулентная струя.
20. Понятие и определение плазмы.
21. Модель плазмы 1.
22. Модель плазмы 2.

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
Семестр 5			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	15

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
Зачет и экзамен	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. Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. 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 Арутюнов, В.А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов [Электронный ресурс] : Лабораторный практикум учебное пособие / Арутюнов В. А. , Капитанов В. А. , Левицкий И. А. , Шибалов С. Н. - М. : МИСИС, 2007. ? 84 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1813

2 Волков, К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Электронный ресурс] : К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. - М. : Физматлит, 2012. 466 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637

3 Ковалевский, М.Ю. Статистическая механика квантовых жидкостей и кристаллов [Электронный ресурс] : монография / М.Ю. Ковалевский, С.В. Пелетминский. - М. : Физматлит, 2006. 369 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59429

4 Давыдова М. А. Лекции по гидродинамике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Давыдова М. А. - Москва: Физматлит, 2011 - 215с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5264

5 Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа [Электронный ресурс] : учебник- 6 / Шейпак А. А. - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2017 - 272с. Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=544277>

7.2. Дополнительная литература:

Ландау Л. Д. Теоретическая физика: В 10 т. Гидродинамика [Электронный ресурс] : Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. - Москва: Физматлит, 2001 - 736с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2232

Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) [Электронный ресурс]: Учебник: 2 / Гиргидов А.Д. - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2018 - 704с. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=926430>

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

Лекции по механике жидкостей и газов - <http://www.twirpx.com/files/mechanics/fluids/lectures/>

Механика жидкости, газа и плазмы - <http://mechmath.ipmnet.ru/mech/fluid/>

Механика жидкости и газа - Физическая энциклопедия - http://femto.com.ua/articles/part_1/2258.html

Механика сплошных сред, динамика многофазных сред - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/continuous.htm>

3Механика жидкости и газа - http://www.0zd.ru/fizika_i_energetika/mexanika_zhidkosti_i_gaza.html

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.</p> <p>Студентам необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> -перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы; -на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на ?электронный почтовый ящик группы? (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции; -перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте ?белых пятен? в освоении материала.
практические занятия	<p>Студентам следует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; -до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; -при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и нормативно правовые акты и материалы правоприменительной практики; -теоретический материал следует соотносить с правовыми нормами, так как в них могут быть внесены изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе; -в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; -в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; -на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю. <p>Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.</p>
лабораторные работы	<p>При подготовке к выполнению лабораторной работы студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучить теоретическую часть работы по учебнику, учебному пособию, конспекту лекций и методическим указаниям; - ответить на вопросы для самоконтроля, приведенные в методических указаниях; - осмыслить цель работы; - разобрать устройство и принципа работы приборов; - выучить порядок проведения работы; - изучить методы обработки экспериментальных данных.
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.</p> <p>К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.</p> <p>Студентам следует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД; -выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	<p>Одной из форм самостоятельной работы студента является подготовка устного доклада, для обсуждения его на практическом (семинарском) занятии.</p> <p>Цель доклада -развитие у студентов навыков аналитической работы с научной литературой, анализа дискуссионных научных позиций, аргументации собственных взглядов. Подготовка докладов также развивает творческий потенциал студентов.</p> <p>Доклад готовится под руководством преподавателя, который ведет практические (семинарские) занятия.</p> <p>Рекомендации студенту: -перед началом работы по написанию доклада согласовать с преподавателем тему, структуру, литературу, а также обсудить ключевые вопросы, которые следует раскрыть в докладе;</p>
письменная работа	<p>Контрольные работы являются основной формой промежуточного и итогового контроля преподавателем работы студента по определенному курсу или предмету. Контрольная работа представляет собой письменный ответ на вопрос (решение задачи или выполнение конкретного задания), который рассматривается в рамках одной учебной дисциплины.</p> <p>Содержание ответа на поставленный вопрос включает показ автором знания теории вопроса и понятийного аппарата, понимание механизма реально осуществляемой управленческой практики, выделение ключевых проблем исследуемого вопроса и их решение. Структура (план) письменной контрольной работы может иметь соответствующую рубрикацию.</p> <p>Контрольные работы по блоку общих профессиональных, специальных дисциплин и дисциплин специализаций, выбранных студентами, оформляются согласно требованиям преподавателей ведущих предмет.</p> <p>Контрольная работа может быть выполнена в тетради. Оформление работ в тетрадях предусматривает стандартизированную школьную тетрадь в 18 или 36 листов, с обязательным указанием на обложке выходных данных следующего содержания: учебное заведение (полное наименование), Ф.И.О. студента, номер группы, Ф.И.О. преподавателя. Работа может быть оформлена на бумаге формата А4.</p>
контрольная работа	<p>Контрольная работа выполняется с целью закрепления знаний, полученных студентом в ходе лекционных и семинарских занятий и приобретения навыков самостоятельного понимания и применения специальной литературой. Написание контрольной работы призвано оперативно установить степень усвоения студентами учебного материала дисциплины и формирования соответствующих компетенций. Контрольная работа может включать знакомство с основной, дополнительной и нормативной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в теме и (или) составление аннотаций к прочитанным литературным источникам, решение конкретных правовых вопросов, задач и юридических казусов. Содержание подготовленного студентом ответа на поставленные вопросы контрольной работы должно показать знание студентом теории вопроса и практического ее разрешения. Контрольная работа выполняется студентом, в срок установленный преподавателем в письменном (печатном или рукописном) виде. Перед написанием работы необходимо внимательно ознакомиться с содержанием вопросов (или задачи) по лекции, учебнику, изучить рекомендуемую литературу. Ответы на контрольные вопросы должны быть полными, обстоятельно</p>
зачет и экзамен	<p>Завершающим этапом изучения дисциплины является промежуточная аттестация в виде письменного (устного) экзамена и зачета. При этом студент должен показать все те знания, умения и навыки, которые он приобрел в процессе текущей работы по изучению дисциплины. Дисциплина считается освоенной студентом, если он в полном объеме сформировал установленные компетенции и способен выполнять указанные в данной программе основные виды профессиональной деятельности. Освоение дисциплины должно позволить студенту осуществлять как аналитическую, так и научно-исследовательскую деятельность, что предполагает глубокое знание теории и практики данного курса.</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 "Механика жидкости, газа и плазмы" 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 "Механика жидкости, газа и плазмы" 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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 .