

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора

Н.Н. Сухих

2021 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ**

Направление подготовки  
**01.06.01 Математика и механика**

Направленность программы  
**Механика жидкости, газа и плазмы**

Квалификация выпускника  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2021

## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Механика жидкости, газа и плазмы» является формирование у обучающихся профессиональных компетенций, обеспечивающих высокий уровень теоретической и профессиональной подготовки, знаний общих концепций и методологических вопросов механики сплошных сред и умения применять полученные знания для решения исследовательских и прикладных задач.

Задачами освоения дисциплины являются:

- получение знаний в области законов механики сплошных сред;
- освоение умений применения методов, используемых в механике сплошных сред;
- получение навыков разработки моделей механики сплошной среды.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Механика жидкости, газа и плазмы» представляет собой дисциплину, относящуюся к вариативной части Блока 1.

Дисциплина «Механика жидкости, газа и плазмы» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин «Задачи со свободными границами», «Аэродинамика и теплообмен летательных аппаратов».

Дисциплина «Механика жидкости, газа и плазмы» является обеспечивающей для прохождения «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» Блок 2, проведения «Научные исследования» Блок 3, подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена, представления научного доклада об основных результатах подготовленной научной квалификационной работы (диссертации) Блок 4.

Дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций:

Перечень и код Компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специаль-	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- набор исходных данных, постановку задачи и граничные условия описания параметров потоков движущихся сред в широком диапазоне условий.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать математические модели для описания параметров потоков движущихся сред.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками исследования математических моде-</li> </ul>

## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Механика жидкости, газа и плазмы» является формирование у обучающихся профессиональных компетенций, обеспечивающих высокий уровень теоретической и профессиональной подготовки, знаний общих концепций и методологических вопросов механики сплошных сред и умения применять полученные знания для решения исследовательских и прикладных задач.

Задачами освоения дисциплины являются:

- получение знаний в области законов механики сплошных сред;
- освоение умений применения методов, используемых в механике сплошных сред;
- получение навыков разработки моделей механики сплошной среды.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Механика жидкости, газа и плазмы» представляет собой дисциплину, относящуюся к вариативной части Блока 1.

Дисциплина «Механика жидкости, газа и плазмы» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин «Задачи со свободными границами», «Аэродинамика и теплообмен летательных аппаратов».

Дисциплина «Механика жидкости, газа и плазмы» является обеспечивающей для прохождения научно-исследовательской практики Блок 2, проведения «Научные исследования» Блок 3, подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена, представления научного доклада об основных результатах подготовленной научной квалификационной работы (диссертации) Блок 4.

Дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код Компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специаль-	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- набор исходных данных, постановку задачи и граничные условия описания параметров потоков движущихся сред в широком диапазоне условий.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать математические модели для описания параметров потоков движущихся сред.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками исследования математических моде-</li> </ul>

Перечень и код Компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ности «Механика жидкости, газа и плазмы» (ПК-1)	лей для описания параметров потоков движущихся сред.
способностью к построению и исследованию математических моделей, проведению экспериментальных исследований и интерпретации экспериментальных данных в области механики жидкости, газа и плазмы (ПК 2)	Знать: - виды экспериментальных исследований течений и их взаимодействия с телами. Уметь: - интерпретировать результаты экспериментальных исследований течений и их взаимодействия с телами. Владеть: - навыками проведения экспериментальных исследований для решения исследовательских и прикладных задач в рамках диссертационного исследования.

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр	
		5	6
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	108
Контактная работа:		24	36
лекции	24	12	12
практические занятия	36	18	18
Самостоятельная работа обучающегося	75	39	36
Промежуточная аттестация	45	9	36
		зачет	экзамен

#### 5 Содержание дисциплины

##### 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2		
Тема 1. Вводные положения	12	+	+	Л, ПЗ, СР	УО, Д
Тема 2. Кинематика сплошных сред	12	+	+	Л, ПЗ, СР	УО, Д
Тема 3. Основные понятия и уравнения динамики	15	+	+	Л, ПЗ, СР	УО, Д, К
Тема 4. Модели жидких и газообразных сред	12	+	+	Л, ПЗ, СР	УО, Д
Тема 5. Поверхности разрыва в тече-	12	+		Л, ПЗ, СР	УО, Д

Темы дисциплины	Количество часов	компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		Пк-1	Пк-2		
ниях жидкости, газа и плазмы					
Тема 6. Гидростатика	12	+		Л, ПЗ, СР	УО, Д
Тема 7. Движение идеальной несжимаемой жидкости	12	+		Л, ПЗ, СР	УО, Д
Тема 8. Движение вязкой жидкости. Теория пограничного слоя. Турбулентность	12	+		Л, ПЗ, СР	УО, Д
Тема 9. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика	12	+		Л, ПЗ, СР	УО, Д
Тема 10. Электромагнитные явления в жидкостях	12	+		Л, ПЗ, СР	УО, Д
Тема 11. Физическое подобие, моделирование	12	+	+	Л, ПЗ, СР	УО, Д
Промежуточная аттестация	45				Зачет, экзамен
Итого по дисциплине	180				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СР – самостоятельная работа обучающегося, УО – устный опрос, К- коллоквиум, Д – доклад.

### 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Зачет / экзамен	Всего часов
5 семестр					
Тема 1. Вводные положения	2	2	8		12
Тема 2. Кинематика сплошных сред	2	2	8		12
Тема 3. Основные понятия и уравнения динамики	4	4	7		15
Тема 4. Модели жидких и газообразных сред	2	2	8		12
Тема 5. Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы	2	2	8		12
Промежуточная аттестация				9	9
Итого за семестр	12	12	39	9	72
6 семестр					
Тема 6. Гидростатика	2	4	6		12
Тема 7. Движение идеальной несжимаемой жидкости	2	4	6		12
Тема 8. Движение вязкой жидкости. Теория пограничного слоя. Турбулентность	2	4	6		12
Тема 9. Движение сжимаемой жидкости.	2	4	6		12

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Зачет / экзамен	Всего часов
Газовая динамика					
Тема 10. Электромагнитные явления в жидкостях	2	4	6		12
Тема 11. Физическое подобие, моделирование	2	4	6		12
Итого за семестр	12	24	36		72
Промежуточная аттестация				36	36
Итого по дисциплине	24	36	84	36	180

### 5.3 Содержание дисциплины

#### Тема 1. Вводные положения

Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.

Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.

Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.

#### Тема 2. Кинематика сплошных сред

Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике.

Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред.

Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, тензор скоростей деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, установившееся и неустановившееся движение среды.

Кинематические свойства вихрей.

#### Тема 3. Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потoki диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.

Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды.

Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.

Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др.

Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

#### **Тема 4. Модели жидких и газообразных сред**

Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.

Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Явление кавитации.

Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.

Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.

Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.

#### **Тема 5. Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы**

Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.

Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.

#### **Тема 6. Гидростатика**

Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.

#### **Тема 7. Движение идеальной несжимаемой жидкости**

Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сферы в идеальной жидкости.

Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.

Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Нестационарное обтекание профилей.

Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др.

Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.

Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.

Постановка задачи Коши-Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортвега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.

## **Тема 8. Движение вязкой жидкости. Теория пограничного слоя. Турбулентность**

Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.

Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.

Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя.

Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.

Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе.

Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики. Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомодельных решений.

## Тема 9. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика

Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.

Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.

Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.

Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе.

Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.

Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.

Задача о структуре сильного разрыва.

Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.

Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик. Течение Прандтля-Майера. Косой скачок уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.

Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.

Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.

## Тема 10. Электромагнитные явления в жидкостях

Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова-Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.

Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.

## Тема 11. Физическое подобие, моделирование

Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема. Примеры приложений. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда. Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

### 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
Семестр 5		
1	Практическое занятие 1. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
2	Практическое занятие 2. Свойства кинематических характеристик движения.	2
3	Практическое занятие 3. Основные и уравнения динамики и термодинамики	4
4	Практическое занятие 4. Модели жидких и газообразных сред	2
5	Практическое занятие 5. Поверхности слабых и сильных разрывов	2
Итого за семестр		12
<b>Семестр 6</b>		
6	Практическое занятие 1. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил	4
7	Практическое занятие 2. Плоские задачи о струйных течениях жидкости	4
8	Практическое занятие 3. Турбулентность. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества	4
9	Практическое занятие 4. Уравнения газовой динамики. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа.	4
10	Практическое занятие 5. Электромагнитные явления в жидкостях.	4
11	Практическое занятие 6. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда. Рейнольдса, Струхала, Прандтля	4
Итого за семестр		24
Итого по дисциплине		36

### 5.5 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
1	Изучение, повторение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [2, 5]	8
2	Изучение, повторение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [1, 2, 5, 12]	8
3	Изучение, повторение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литера-	16

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
	туре, подготовка доклада, подготовка к коллоквиуму [2, 12]	
4	Изучение, повторение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [1, 2, 4, 9]	8
5	Изучение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [1, 2, 12]	8
6	Изучение, повторение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [1, 2]	6
7	Изучение, повторение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [1, 2, 4, 5, 11]	6
8	Изучение, повторение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [1, 2, 4, 5, 8-10]	6
9	Изучение, повторение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [1-4, 6, 12]	6
10	Изучение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [2, 7, 12]	6
11	Изучение, повторение учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе, подготовка доклада [3, 5]	6
Итого по дисциплине		84

### **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Седов, Л.И. **Механика сплошной среды Т.1** [Текст] / Л. И. Седов. - М. : Наука, 1976. - 535с. - 1 экз.

2. Седов, Л.И. **Механика сплошной среды Т.2** [Текст] / Л. И. Седов. - М. : Наука, 1970. - 576с. - 1 экз.

3. Седов, Л.И. **Методы подобия и размерности в механике** : учебное пособие [Текст] /И.Л. Седов. - Москва: Наука, 1977. 438 с. - 1 экз.

4. Кочин, Н.Е., Кибель, И.А., Розе, Н.В. **Теоретическая гидромеханика Ч. I, ч. II.** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Е. Кочин. - Электрон. дан. - Москва: Физматгиз, 1963. - Режим доступа: [http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KochinKibelRoze\\_ch1\\_1963ru.djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KochinKibelRoze_ch1_1963ru.djvu),

[http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KochinKibelRoze\\_ch2\\_1963ru.djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KochinKibelRoze_ch2_1963ru.djvu) (дата обращения: 15.01.2021).

5. Лойцянский, Л.Г. **Механика жидкости и газа** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Г. Лойцянский. - Электрон. дан. - Москва: Наука, 1987. - 284 с. - Режим доступа: [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_26853](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_26853) (дата обращения: 15.01.2021).

б) дополнительная литература:

6. Седов Л.И. **Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики** [Текст] / Л. И. Седов. - 2-е изд., испр. - М. : Наука, 1966. - 448с. - 3 экз.

7. Абрамович Г.Н. **Прикладная газовая динамика**: Учебник [Текст] / Г. Н. Абрамович. - Изд.4-е, перераб. - М. : Наука, 1976. - 888с. - 2 экз.

8. Черный, Г.Г. **Газовая динамика** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Г. Черный. - Электрон. дан. - Москва: Наука, 1988. - 284 с. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Cherny1988ru.djvu> (дата обращения: 15.01.2021).

9. Куликовский, А.Г., Любимов Г.А. **Магнитная гидродинамика** [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Куликовский. - Электрон. дан. - Москва: Физматгиз, 1962. - 284 с. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KulikovskijLyubimov1962ru.djvu> (дата обращения: 15.01.2021).

10. Слезкин, Н.А. **Динамика вязкой несжимаемой жидкости** [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Слезкин. - Электрон. дан. - Москва: Гос. изд.-во физ.-тех. лит-ры, 1955. - 284 с. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Slezkin1955ru.djvu> (дата обращения: 15.01.2021).

11. Прандтль, Л. **Гидроаэромеханика** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. Прандтль. - Электрон. дан. - Москва: РХД, 2000. - 556 с. - Режим доступа: [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_18598](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_18598) (дата обращения: 15.01.2021).

12. Шлихтинг, Г. **Теория пограничного слоя** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Шлихтинг. - Электрон. дан. - Москва: Наука, 1974. - 284 с. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Schlichting1974ru.djvu> (дата обращения: 15.01.2021).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

13. **Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/> свободный (дата обращения: 15.01.2021).

14. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru> свободный (дата обращения: 15.01.2021).

15. **Международный научно-образовательный сайт EqWorld** [Электронный ресурс] – Режим доступа: [URL: http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/fluid.htm](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/fluid.htm) свободный (дата обращения: 15.01.2021).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

16. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru> свободный (дата обращения: 15.01.2021).

17. **Электронная библиотека РФФИ** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> свободный (дата обращения: 15.01.2021).

18. **Электронная библиотека «ЮРАЙТ»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://biblio-online.ru> свободный (дата обращения: 15.01.2021).

19. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://e.lanbook.com> свободный (дата обращения: 15.01.2021).

20. **Официальный сервис публикации научных статей в базе данных Scopus** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.scopus.su/?yclid=3951429372313358209> свободный (дата обращения: 15.01.2021).

21. **Официальный сервис публикации научных статей в базе данных WoS(ESCI)** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://apps.webofknowledge.com/> свободный (дата обращения: 15.01.2021).

### 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Ауд. 800 «Компьютерный класс № 1»	Компьютерные столы - 12 шт., стулья - 12 шт., 12 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска, экран для проектора.	Kaspersky Anti-Virus Suite (лицензия № 1D0A170720092603110550) Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843)
--------------------------------------	--	---

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

### 8 Образовательные и информационные технологии

В структуре дисциплины в рамках реализации компетентностного подхода в учебном процессе используются следующие образовательные технологии: лекции (Л), практические занятия (ПЗ), самостоятельная работа обучающегося (СРС).

*Лекция:* предназначена для предоставления информации обучающимся по теоретическим вопросам, является главным звеном дидактического цикла обучения. Её цель – формирование ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы.

*Практические занятия:* проводятся в целях: выработки практических умений и приобретения навыков обучающегося, в рамках дисциплины. Цель практических занятий – закрепить отдельные аспекты проблемы в дополнение к лекционному материалу, обучить грамотно и аргументировано излагать свои мысли. На практических занятиях проводятся опросы, коллоквиумы. На практических занятиях заслушиваются доклады обучающихся по выбранным ранее

темам. Коллоквиум, позволяет вовлечь обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса (проблемы). Формируется умение аргументировать собственную точку зрения. Также является средством контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

*Самостоятельная работа:* имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение заданий, подготовку к предстоящему экзамену. Она предусматривает, как правило, самостоятельное изучение отдельных тем, выполнение заданий в соответствии с учебной программой изучения дисциплины. Основной целью самостоятельной работы является обучение навыкам работы с научно-теоретической литературой и практическими материалами, которые необходимы для углубленного изучения дисциплины. Самостоятельная работа проводится для того, чтобы обучающийся умел самостоятельно изучать, анализировать, перерабатывать и излагать изученный материал.

В процессе реализации образовательной программы при осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются следующие информационные технологии:

1. презентационные материалы (слайды по отдельным темам лекционных и практических занятий);
2. доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
3. доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу и систематический контроль хода этой работой.

#### **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета и экзамена. На первом занятии преподаватель доводит до сведения обучающихся график текущего контроля освоения дисциплины и критерии оценки знаний при текущем контроле успеваемости, а также сроки и условия промежуточной и итоговой аттестации.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине обеспечивает оценивание хода ее освоения в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы. Основными задачами текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине являются:

- проверка хода и качества усвоения обучающимися учебного материала;
- определение уровня текущей успеваемости обучающихся, выявление причин неуспеваемости, выработка и принятие оперативных мер по устранению недостатков;
- поддержание ритмической (постоянной и равномерной) работы обучающихся в течение семестра;

– стимулирование учебной работы обучающихся и совершенствование методики организации, обеспечения и проведения занятий.

Результаты текущего контроля по дисциплине используются преподавателем в целях:

– оценки степени готовности обучающихся к изучению учебной дисциплины (назначение внутреннего контроля), а в случае необходимости, проведения дополнительной работы для повышения уровня требуемых знаний;

– доведения до обучающихся и иных заинтересованных лиц (законных представителей) информации о степени освоения обучающимися программы учебной дисциплины;

– своевременного выявления отстающих обучающихся и оказания им содействия в изучении учебного материала;

– анализа качества используемой рабочей программы учебной дисциплины и совершенствование методики ее изучения и преподавания;

– разработки предложений по корректировке или модификации рабочей программы учебной дисциплины и учебного плана.

Текущий контроль успеваемости обучающихся включает устный опрос, коллоквиум и контроль выполнения задания (доклад). Текущий контроль успеваемости по дисциплине обеспечивает оценивание хода ее освоения в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям основной профессиональной образовательной программы.

Промежуточная аттестация является формой оценки качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, полноты приобретённых ими компетенций. Промежуточная аттестация обучающихся проводится с использованием оценочных средств, которые представляются в виде фонда оценочных средств. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине – комплект методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для оценивания компетенций на разных этапах обучения.

Оценочные средства включают: вопросы для устного опроса, примерный перечень тем для коллоквиумов, примерный перечень тем для докладов в рамках текущего контроля успеваемости, примерные вопросы к зачёту с оценкой.

*Устный опрос* предназначен для выявления уровня текущего усвоения компетенций обучающимся по мере изучения дисциплины. Проводится на практических занятиях в течение 15 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

*Коллоквиум* является средством контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

*Контроль выполнения задания (доклад)* предназначен для оценки уровня сформированности навыков и умений, коррекции действий обучающегося при выполнении задания.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета в 5 семестре и экзамена в 6 семестре. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Экзамен предполагает устный ответ на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на экзамен. К моменту сдачи экзамена должны быть благополучно пройдены предыдущие формы контроля (положительно оценены ответы на вопросы устного опроса, участие в коллоквиуме, 100% выполнение заданий (доклад), положительно оценен зачет в 5 семестре).

### **9.1 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий: доклада, коллоквиума, устного опроса. На первом занятии преподаватель доводит до сведения обучающихся график текущего контроля освоения дисциплины и критерии оценки знаний при текущем контроле успеваемости, а также сроки и условия промежуточной и итоговой аттестации.

*Устный опрос* позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. Опрос - важнейшее средство развития мышления и речи. Он обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий.

Устный опрос проводится, как правило, в течение 15 минут. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Ответы обучающихся при устном опросе оцениваются преподавателем с записью в журнале учета успеваемости. При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на учебную литературу. Также анализируется понимание обучающимся конкретной ситуации, правильность применения практических методов и приемов, способность обоснования выбранной точки зрения, глубина проработки практического материала

*Доклад* – продукт самостоятельной работы обучающегося, являющийся собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Доклад должен быть выполнен в машинописном варианте в соответствии с требованиями: рекомендуемый объем работы – 5-8 печатных листов. Способ оформления: 12 кегль, *Times New Roman*, интервал одинарный.

В течение семестра обучающимся выполняется один, два доклада по выбранной в начале семестра теме (в зависимости от численности группы). Выступление осуществляется на практическом занятии в соответствии с графиком, который определен преподавателем и соответствует тематике

занятия. На выступление отводится не более 10 минут, 10 минут на вопросы и обсуждения. Предварительно выполненная обучающимся работа сдается на проверку преподавателю, который, в случае необходимости, делает замечания, подлежащие к исправлению. Обучающийся должен внести исправления в соответствии с замечаниями преподавателя и передать работу на повторную проверку. При отправке работы на повторную проверку обязательно представлять работу с указанными в первый раз замечаниями. Доклады, представленные без соблюдения указанных правил, на проверку не принимаются.

*Коллоквиум* позволяет вовлечь обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса (проблемы). Формируется умение аргументировать собственную точку зрения. Также является средством контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися. Вопросы к коллоквиуму выдаются на лекционном занятии соответствующей темы, либо на последнем практическом занятии. Ответы обучающихся при проведении коллоквиума оцениваются преподавателем с записью в журнале учета успеваемости. При оценке участия анализируются связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на учебную литературу. Также анализируется понимание обучающимся конкретной ситуации, правильность применения практических методов и приемов, способность обоснования выбранной точки зрения, глубина проработки практического материала.

Сроки промежуточной аттестации определяются графиком учебного процесса

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

### **9.2.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания для текущего контроля**

Образовательные технологии и оценочные средства текущего контроля: доклад, устный опрос, коллоквиум. Для оценки этих видов работ используется 5-бальная система

*Доклад.* Оценка при выполнении данного вида работы:

«отлично» – содержание доклада соответствует заявленной в названии тематике; оформлен в соответствии с общими требованиями написания и техническими требованиями оформления доклада; текст структурно выдержан, написан самостоятельно и понятно, материал изложен логично и аргументировано, присутствуют выводы, выступление не является «читкой с листа», обозначены дискуссионные вопросы, в ходе беседы отвечает на вопросы; корректно оформлены и в полном объеме представлены список использованной литературы и ссылки на использованную литературу в тексте доклада; отсутствуют орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; доклад представляет собой самостоятельное

исследование, представлен качественный анализ найденного материала, отсутствуют факты плагиата;

«хорошо» – содержание доклада соответствует заявленной в названии тематике; доклад оформлен в соответствии с общими требованиями написания доклада, но есть погрешности в техническом оформлении; имеет чёткую композицию и структуру; в тексте доклада отсутствуют логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлены список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; корректно оформлены и в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте доклада; отсутствуют орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; доклад представляет собой самостоятельное исследование, представлен качественный анализ найденного материала, отсутствуют факты плагиата;

«удовлетворительно» – содержание доклада соответствует заявленной в названии тематике; в целом доклад оформлен в соответствии с общими требованиями написания доклада, но есть погрешности в техническом оформлении; в целом доклад имеет чёткую композицию и структуру, но в тексте доклада есть логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлен список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; некорректно оформлены или не в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте доклада; есть единичные орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; в целом доклад представляет собой самостоятельное исследование, представлен анализ найденного материала, отсутствуют факты плагиата;

«неудовлетворительно» – содержание доклада соответствует заявленной в названии тематике; в докладе отмечены нарушения общих требований написания; есть погрешности в техническом оформлении; в целом доклад имеет чёткую композицию и структуру, но в тексте доклада есть логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлен список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; некорректно оформлены или не в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте доклада; есть частые орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте; доклад не представляет собой самостоятельного исследования, отсутствует анализ найденного материала, текст доклада представляет собой непереработанный текст другого автора (других авторов).

При оценивании доклада на неудовлетворительно он должен быть переделан в соответствии с полученными замечаниями и сдан на проверку заново не позднее срока окончания приёма докладов. Обучающийся имеет право с разрешения преподавателя доработать доклад, исправить замечания и вновь сдать доклад на проверку.

*Устный опрос:*

«зачтено» в том случае, если обучающийся четко и ясно, по существу дает ответ на поставленный вопрос, или же не сразу дал верный ответ, но смог дать его правильно при помощи ответов на наводящие вопросы.

«не зачтено» в том случае, если обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы, дает не полный ответ при наводящих вопросах, отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

*Коллоквиум:*

«зачтено», если обучающийся участвует в обсуждении теоретических вопросов, требуемые для занятий материалы (учебная литература, конспекты и проч.) в наличии.

«не зачтено», если обучающийся отказывается от участия в обсуждении теоретических вопросов, требуемые для занятий материалы (учебная литература, конспекты и проч.) отсутствуют.

### 9.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания (промежуточная аттестация)

По промежуточной аттестации по дисциплине предусмотрен экзамен, который позволяет оценить степень сформированности компетенций на этапе текущего семестра. Экзамен проводится в форме устного ответа на два вопроса.

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций
способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК 5)	
Знать: - возможные сферы и направления профессиональной самореализации; - порядок защиты кандидатской диссертации, научно квалификационной работы.	Называет возможные сферы и направления профессиональной самореализации; Называет порядок защиты кандидатской диссертации, научно квалификационной работы.
Уметь: - планировать стадии профессионального развития.	Демонстрирует умение: - планировать стадии профессионального развития.
Владеть: - способами достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.	Владеет навыками достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.
способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК 1)	
Знать: - современные методы и средства проведения научного исследова-	Перечисляет и раскрывает содержание: - современных методов и средств

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций
<p>ния;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информационное обеспечение проведения научных исследований с соблюдением законодательства Российской Федерации об авторском праве (недобросовестное заимствование, компиляция);</li> <li>- требования к кандидатским диссертациям по техническим наукам;</li> <li>- требования по содержанию и оформлению научной статьи для публикации в отечественных и зарубежных журналах, соответствующих требованиям ВАК.</li> <li>- примерные критерии оценки и отбора научно-исследовательских проектов по актуальным проблемам технических наук.</li> </ul>	<p>проведения научного исследования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информационного обеспечения проведения научных исследований с соблюдением законодательства Российской Федерации об авторском праве (недобросовестное заимствование, компиляция);</li> <li>- требований к кандидатским диссертациям по экономическим наукам, ее различие между другими результатами научной деятельности;</li> <li>- требований по содержанию и оформлению научной статьи для публикации в отечественных и зарубежных журналах, соответствующих требованиям ВАК.</li> <li>- примерных критериев оценки и отбора научно-исследовательских проектов по актуальным проблемам.</li> </ul>
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организовать самостоятельно процесс проведения научного исследования с использованием информационно-коммуникационных технологий</li> <li>- анализировать смысл структурообразующих понятий: актуальность темы, степень ее разработанности, цель и задачи, объект, предмет исследования, методологические основы;</li> <li>- сформировать текст научного исследования, составить библиографический список.</li> </ul>	<p>Демонстрирует порядок организации процесса проведения научного исследования с использованием информационно-коммуникационных технологий</p> <p>Демонстрирует умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>анализировать смысл структурообразующих понятий: актуальность темы, степень ее разработанности, цель и задачи, объект, предмет исследования, методологические основы;</li> <li>сформировать текст научного исследования, составить библиографический список.</li> </ul>
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к разработке научных статей, других форм научной работы с этическим использованием различных источников и личного материала.</li> </ul>	<p>Осуществляет разработку научных статей, других форм научной работы с этическим использованием различных источников и личного материала.</p>
<p>способностью к построению и исследованию математических моделей для описания параметров потоков движущихся сред в широком диапазоне условий (ПК 1)</p>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- управление научными исследованиями в области математического моделирования;</li> <li>- структуру, порядок проведения и этапы организации работы по проведению научного исследования в области механики жидкости, газа и плазмы.</li> </ul>	<p>Называет и раскрывает содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- управления научными исследованиями в области математического моделирования;</li> <li>- структуры, порядка проведения и этапов организации работы по проведению научного исследования в области механики жидкости, газа и плазмы.</li> </ul>
<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск научной информации с использованием информационно-коммуникационных технологий.</li> </ul>	<p>Демонстрирует умение осуществлять поиск научной информации с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p>
<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информационно-коммуникационными технологиями для проведения научных исследований в области математического моделирования.</li> </ul>	<p>Осуществляет научные исследования в области математического моделирования с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p>

### Шкала оценивания компетенции

*Отлично.* выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами

*Хорошо:* выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности; Хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя

*Удовлетворительно:* выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя

*Неудовлетворительно:* выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенции, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисцип-

лины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не владеет знаниями по рассматриваемой компетенции.

### **Шкала оценивания промежуточной аттестации**

Итоговая оценка по экзаменационному билету выставляется следующим образом:

«отлично» - в случае получения отлично по всем сдаваемым компетенциям или по каждому вопросу/заданию в билете.

«хорошо» - в случае получения отлично по всем сдаваемым компетенциям по каждому вопросу/заданию в билете, но одна из компетенций или один из вопросов могут быть оценены на «хорошо»; в случае получения «хорошо» по всем сдаваемым компетенциям или по каждому вопросу/заданию в билете.

«удовлетворительно» - в случае получения «удовлетворительно» по одной из компетенций или одному из вопросов в билете; в случае получения «удовлетворительно» по всем сдаваемым компетенциям или по всем сдаваемым вопросам/заданию в билете.

«неудовлетворительно» - в случае получения «неудовлетворительно» по одной из компетенций или одному из вопросов в билете.

По промежуточному контролю по дисциплине «Механика жидкости, газа и плазмы» предусмотрен экзамен, который позволяет оценить степень сформированности компетенций по итогам освоения дисциплины.

Данная программа представляет собой базовую часть кандидатского экзамена по специальности. Дополнительная часть кандидатского экзамена по специальности разрабатывается индивидуально для каждого аспиранта или соискателя с учетом области его научных исследований и темы диссертационной работы и утверждается Ученым Советом факультета.

Кандидатский экзамен проводится в соответствии с положением о приеме кандидатских экзаменов.

## **9.3 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

### **9.3.1 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

1. Основные физические свойства воздуха.
2. Сжимаемость газов. Скорость звука.
3. Стандартная атмосфера.
4. Параметры, характеризующие состояние идеального газа.
5. Уравнение состояния идеального газа.
6. Процессы изменения состояния газа.
7. Внутренняя энергия газа.
8. Первый закон термодинамики.
9. Теплоемкость. Теплосодержание.
10. Второй закон термодинамики.
11. Энтропия и ее изменение.

12. Изэнтропические и неизэнтропические процессы в газах.
13. Линия тока, трубка тока, струйка.
14. Вихревое течение жидкости.
15. Циркуляция скорости.
16. Понятие о потенциальном течении.
17. Функция тока.
18. Плоские потенциальные течения.
19. Уравнение неразрывности.
20. Уравнения движения, как математическая форма записи основных законов сохранения применительно к потоку жидкости или газа.
21. Уравнения Эйлера.
22. Интеграл Бернулли.
23. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа.
24. Уравнение энергии.
25. Подобие физических процессов.
26. Распространение слабых возмущений в сверхзвуковом потоке. Конус Маха.
27. Обтекание углов плоскопараллельным сверхзвуковым потоком.
28. Общие сведения о течении вязкой жидкости.
29. Ламинарный и турбулентный режимы течения.
30. Понятие пограничного слоя.

### **9.3.2 Примерный перечень контрольных вопросов для проведения устного опроса**

1. Понятие сплошной среды.
2. Определение физического подобия. Моделирование.
3. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа.
4. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.
5. Уравнения Эйлера.
6. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей.
7. Поверхности слабых и сильных разрывов.
8. Тангенциальные разрывы и ударные волны.
9. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил.
10. Плоские движения идеальной жидкости.
11. Течение вязкой жидкости в диффузоре.
12. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой.
13. Течение вязкой жидкости в диффузоре.
14. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости.
15. Элементарная теория сопла Лаваля.
16. Уравнения Максвелла в пустоте.
17. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками.

### 9.3.3 Примерный перечень контрольных вопросов для проведения коллоквиума

Тема 3. Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики

1. Закон сохранения массы.
2. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа.
3. Условие несжимаемости.
4. Многокомпонентные смеси. Потоки диффузии.
5. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.
6. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы.
7. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды.
8. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды.
9. Работа внутренних поверхностных сил.
10. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.
11. Параметры состояния, пространство состояний, процессы и циклы.
12. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия.
13. Уравнение притока тепла.
14. Вектор потока тепла.
15. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла.
16. Законы теплопроводности Фурье.
17. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др.
18. Обратимые и необратимые процессы.
19. Совершенный газ. Цикл Карно.
20. Второй закон термодинамики.
21. Энтропия и абсолютная температура.
22. Некомпенсированное тепло и производство энтропии.
23. Неравенство диссипации, тождество Гиббса.
24. Диссипативная функция.
25. Основные макроскопические механизмы диссипации.
26. Понятие о принципе Онзагера.
27. Уравнения состояния.
28. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

### 9.3.4 Примерный перечень тем для докладов

1. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.
2. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике
3. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура.

4. Явление кавитации.
5. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса.
6. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.
7. Тангенциальные разрывы и ударные волны.
8. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.
9. Движение сферы в идеальной жидкости.
10. Парадокс Даламбера.
11. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой.
12. Теория крыла конечного размаха.
13. Ламинарный пограничный слой.
14. Турбулентность.
15. Эффект Допплера.
16. Элементарная теория сопла Лавалья.
17. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса.
18. Поляризация и намагничивании жидкостей.
19. Числа Эйлера, Маха, Фруда. Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

### **9.3.5 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине**

1. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.
2. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.
3. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.
4. Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике.
5. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред.
6. Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, тензор скоростей деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, установившееся и неустановившееся движение среды.
7. Кинематические свойства вихрей.
8. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потоки диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.
9. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных

масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды.

10. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.

11. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др.

12. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

13. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.

14. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Явление кавитации.

15. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.

16. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.

17. Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.

18. Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.

19. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.

20. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.

21. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сферы в идеальной жидкости.

22. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.

23. Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Нестационарное обтекание профилей.
24. Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др.
25. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.
26. Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.
27. Постановка задачи Коши-Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортвега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.
28. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.
29. Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.
30. Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя.
31. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.
32. Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе.
33. Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики. Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомодельных решений.
34. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.
35. Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.
36. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.

37. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе.
38. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.
39. Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.
40. Задача о структуре сильного разрыва.
41. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.
42. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик. Течение Прандтля-Майера. Косой скачок уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.
43. Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.
44. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.
45. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова-Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.
46. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.
47. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема. Примеры приложений. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда. Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

### 9.3.6 Структура (кандидатского) экзамена:

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, включенных в билет из утвержденной программы кандидатского экзамена специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы.

Оценка уровня знаний (баллы):

Каждый вопрос оценивается по десятибалльной шкале. Итоговая оценка выставляется по 5-балльной шкале по следующему принципу пересчета:

"Отлично" - 8-10 баллов (по 10-балльной шкале);

"Хорошо" - 6-7 баллов (по 10-балльной шкале);

"Удовлетворительно" - 4-5 баллов (по 10-балльной шкале);

"Неудовлетворительно" - 0-3 балла (по 10-балльной шкале).

Критерии оценивания	Баллы
Ответ полный без замечаний, продемонстрированы	10-8

<b>знания специальной дисциплины</b>	
<b>Ответ полный, с незначительными замечаниями</b>	<b>6-7</b>
<b>Ответ не полный, существенные замечания</b>	<b>4-5</b>
<b>Ответ на поставленный вопрос не дан.</b>	<b>0-3</b>

Невыполнение одного из заданий (или отказ от его выполнения) является, как правило, основанием для выставления неудовлетворительной оценки за кандидатский экзамен в целом.

Содержание экзамена: в качестве программы экзамена используется программа кандидатского экзамена, утвержденная ВАК РФ, и размещенная на сайте ВАК РФ.

#### **10. Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине, результаты которой приравниваются к оценке по кандидатскому экзамену по специальности**

В соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 247 «Порядок прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов и их перечень в перечень кандидатских экзаменов помимо экзаменов по истории и философии науки и иностранному языку входит экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук (далее - специальная дисциплина, диссертация).

Кандидатские экзамены являются формой промежуточной аттестации при освоении программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре).

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине разрабатывается кафедрой, являющейся разработчиком учебного плана по соответствующему направлению и направленности, утверждается на заседании кафедры, подписывается проректором по научной работе и экономике.

Для приема кандидатского экзамена создаются комиссии по приему кандидатского экзамена (далее - экзаменационные комиссии), состав которых утверждается приказом ректора университета.

Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству) университета. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Состав и регламент работы экзаменационных комиссий определен документом «Регламент приема кандидатских экзаменов и работы экзаменационных комиссий по приему кандидатских экзаменов ФГБОУ ВПО СПбГУ ГА»

Решение экзаменационных комиссий оформляется протоколом, в котором указываются, в том числе, код и наименование направления подготовки, по которой сдавались кандидатские экзамены; шифр и наименование научной специальности, наименование отрасли науки, по которой подготавливается диссертация; оценка уровня знаний аспиранта по кандидатскому экзамену; фамилия,

имя, отчество (последнее - при наличии), ученая степень (в случае ее отсутствия - уровень профессионального образования и квалификация) каждого члена экзаменационной комиссии.

Сдача кандидатского экзамена на основании личного заявления аспиранта может подтверждаться выдаваемой на основании решения экзаменационных комиссий справкой о результатах сдачи кандидатского экзамена по специальной дисциплине. Срок действия данной справки не ограничен.

Вопросы разрабатываются на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 866 (в ред. Приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 № 464), и на основе Программы-минимума кандидатского экзамена по специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы.

Вопросы, выносимые на кандидатский экзамен по специальной дисциплине, делятся на две группы.

Первая группа вопросов проверяет уровень знаний по теоретическим основам специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы.

Из перечня этих вопросов формируются экзаменационные билеты (первый и второй вопрос).

Третий вопрос связан с тематикой диссертационного исследования. Научный руководитель формулирует вопросы, непосредственно связанные с диссертационным исследованием аспиранта. Вопросы второй группы оформляются в Дополнительную программу и утверждаются на заседании кафедры.

## **11 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Изучение дисциплины «Механика жидкости, газа и плазмы» обучающимися организуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины – два семестра. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета и экзамена.

Лекция – основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного материала. Чтение лекций, как правило, осуществляется наиболее профессионально подготовленными преподавателями университета. Основными задачами лекций являются: ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой изучаемой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами; краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины; краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем; определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в данной области профессиональной деятельности.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо

научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и, в целом, стремиться освоить быструю манеру письма. Конспект лекции предпочтительно писать в одной тетради, а не на отдельных листках, которые потом могут затеряться. Также для записи текста лекции можно воспользоваться ноутбуком, или планшетом. При ведении конспекта лекции необходимо четко фиксировать рубрикацию материала – разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Обязательно следует делать специальные пометки, например, в случаях, когда какое-либо определение, положение, вывод остались неясными, сомнительными. Бывает, что материал не успели записать. Тогда также необходимо сделать соответствующие пометки в тексте, чтобы не забыть, в дальнейшем, восполнить эту информацию.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы.

В рамках практического занятия обучающиеся отвечают на вопросы устного опроса, заслушивают доклады, используя технику активного слушания, обсуждают вопросы, выносимые преподавателем на занятия. Преподаватель, как правило, выступает в роли консультанта при разборе конкретных ситуаций, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов.

На усмотрение преподавателя к доске во время занятия может быть приглашен обучающийся для объяснения, анализа и оценки ситуации. Процесс решения наиболее сложных ситуаций, анализа проблемных вопросов может быть объяснен преподавателем.

Отсутствие обучающихся на занятиях или их неактивное участие на них может быть компенсировано самостоятельным выполнением дополнительных заданий и представлением их на проверку преподавателю.

Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с научной и учебной литературой, другими источниками, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному (без помощи преподавателя) изучению и обработке полученной информации.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, подготавливать доклады, выполнять домашние задания, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа включает следующие виды занятий:

- самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий, нормативно-правовых документов, статистической информации, учетно-отчетной информации, содержащейся в документах организаций;

- индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из

разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий;

– завершающий этап самостоятельной работы – подготовка к сдаче экзамена по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Следование принципам систематичности и последовательности в самостоятельной работе составляет необходимое условие ее успешного выполнения. Систематичность занятий предполагает равномерное распределение объема работы в течение всего предусмотренного учебным планом срока овладения данной дисциплиной. Такой подход позволяет избежать дефицита времени, перегрузок, спешки и т.п. в завершающий период изучения дисциплины. Последовательность работы означает преемственность и логику в овладении знаниями по дисциплине. Данный принцип изначально заложен в учебном плане при определении очередности изучения дисциплин. Аналогичный подход применяется при определении последовательности в изучении тем дисциплины.

Для повышения эффективности обучения на лекциях и практических занятиях желательно использовать мультимедийные проекторы. В целях экономии учебного времени целесообразно предоставлять обучающимся раздаточные материалы с наиболее сложными графическими материалами.

IT-методы используются при проведении всех видов занятий. Это позволяет сформировать у аспирантов систему знаний, умений и навыков по методике и технологии использования Интернет-ресурсов в процессе обучения, обеспечить продуктивный и творческий уровень деятельности при выполнении заданий.

*Методические рекомендации по представлению доклада.*

Доклад – публичное сообщение, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить. Чтобы выступление было удачным, оно должно хорошо восприниматься на слух, быть интересным для слушателей. При выступлении приветствуется активное использование мультимедийного сопровождения доклада (презентация, видеоролики, аудиозаписи).

Доклад подготавливается в письменной форме, в конце даётся список использованной литературы. Все приводимые в тексте цитаты, примеры, статистические данные приводятся со ссылками на их источники. Ссылки на источники, также как и список использованной литературы, оформляются в строгом соответствии с требованиями библиографического стандарта.

При использовании цитат нужно иметь в виду, что цитирование должно быть точным (дословным). Возможно сокращение цитируемого текста с использованием знака для замены изъятого фрагмента.

*Пример ссылки на цитату из учебника (монографии, статьи)*

А.И.Травников, характеризуя правовую природу Стандартов и рекомендуемой практики ИКАО, пишет, что « .....приводится текст.....» [2, с

23-24 ], где 12 – номер учебника в списке использованной литературы, с.23-24, номер цитируемой страницы

В самом списке оформление литературы следующее:

1. Стрельникова, А.Г. **Правила оформления диссертаций** [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Стрельникова. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: СпецЛит, 2016. - 92 с. - Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/103983>

Если цитата приводится не дословно, а передается общее содержание написанного, то ссылка все равно необходима. В этом случае после ее порядкового обозначения ставится [См.:2, гл.4] При таком свободном изложении используемого текстового фрагмента важно, чтобы точно, без искажений передавалась мысль автора.

В тех случаях, когда в одном литературном источнике содержится цитата из другого произведения, но её не представляется возможным проверить по первоисточнику в силу объективных причин, то подобная цитата оформляется так: [Цит. по 2, с. 18]. Когда в докладе приводится позиция учёного (или ряда ученых), то в тексте пишутся сначала инициалы автора, затем его фамилия. Например: «При рассмотрении этого вопроса мы не согласны с мнением Е.В. Ивановой и Л. Ю. Чернышевым о .....[2, с15-16, 18,с.234-236 ], далее обосновывается собственная позиция.....» либо «В данном случае мы присоединяемся к точке зрения Л. Ю. Чернышева[18, с.98], действительно.....».

Подготовка выступления. Этапы подготовки доклада: 1. Определение цели доклада (информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т.п.), спросить совета и т.п.). 2. Подбор для доклада необходимого материала из литературных источников. 3. Составление плана доклада, распределение собранного материала в необходимой логической последовательности. 4. Композиционное оформление доклада в виде текста и презентации. 5. Заучивание, запоминание текста доклада. 6. Репетиция, т.е. произнесение доклада с одновременной демонстрацией презентации.

Общая структура доклада Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение. Вступление. Формулировка темы доклада (она должна быть не только актуальной, но и оригинальной, интересной по содержанию). Актуальность выбранной темы (чем она интересна, в чем заключается ее важность, почему учащимся выбрана именно эта тема). Анализ литературных источников (рекомендуется использовать данные за последние 5 лет). Основная часть. Состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным. Способ изложения материала для выступления должен носить конспективный или тезисный характер. Заключение. Подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается

значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации.

Обучающиеся должны быть готовы к участию в обсуждении докладов.

На что обратить внимание при выступлении (докладе):

1. Общее впечатление: внешний вид; речь (грамотная, самостоятельная, без использования шпаргалок, уверенная, свидетельствующая о знании темы); корректное и вежливое отношение к другим участникам учебного процесса.

2. Логика построения выступления: наличие обращения к слушателям учебной группы; определение актуальности работы; выявление проблемы, цели и задач работы; сообщение о наиболее важных содержательных элементах доклада; примеры, иллюстрирующие представленные сюжеты работы; выводы по итогам работы; наличие завершающей фразы (общий итог, перспективы разработки проблемы и т.д.).

3. Правильное использование профессиональных терминов и понятий в разработке темы.

4. Грамотное использование наглядности (применение компьютерных технологий, наличие схем, графиков, таблиц, т.д., работающих на раскрытие темы).

Готовясь к устной презентации следует: - продумать свое обращение к слушателям учебной группы; - составить структуру устной презентации (не обязательно она полностью повторит письменный вариант работы, но непременно будет в целом соответствовать ему); - в том случае, если планируется использовать электронную презентацию: сделать ее в соответствии со структурой устного выступления; подобрать иллюстративный ряд; избегать стремления включить всю информацию (проговариваемые тексты) в слайды презентации; добиться синхронизации устного выступления и представления слайдов электронной презентации; быть готовым к тому, что могут возникнуть неполадки с техникой (стоит продумать вариант презентации без использования техники); - выучить структуру ответа: ключевая фраза, самые важные определения, идеи; - к каждой части выступления желательно привести пример и прокомментировать его.

Продолжительность доклада не должна превышать 10-12 минут в форме презентаций. После этого докладчику могут быть заданы вопросы. Текст доклада (вместе с презентационным материалом) в конце занятия передаётся преподавателю. По итогу выставляется оценка.

*Методические рекомендации по самостоятельному освоению пропущенных тем дисциплины.*

Преподаватель называет обучающемуся даты пропущенных занятий и количество пропущенных учебных часов. Форма отработки обучающимся пропущенного занятия выбирается преподавателем. Отработка обучающимся пропущенных лекций проводится в следующих формах:

- 1) самостоятельное написание обучающимся краткого конспекта по теме пропущенной лекции с последующим собеседованием с преподавателем
- 2) подготовки доклада по пропущенной теме

На отработку занятия обучающийся должен явиться согласно расписанию консультативных часов преподавателя, которое имеется на кафедре. При себе обучающийся должен иметь: выданное ему задание и отчет по его выполнению. Далее под контролем преподавателя выполняется практическая работа, обучающийся устно или письменно отвечает на вопросы преподавателя. Пропущенные лекции и практические занятия должны отрабатываться своевременно, до рубежного контроля по соответствующему разделу учебной дисциплины. Отработка засчитывается, если обучающийся демонстрирует зачётный уровень теоретической осведомлённости по пропущенному материалу.

В процессе изучения дисциплины «Механика жидкости, газа и плазмы» важно постоянно пополнять и расширять свои знания. Изучение рекомендованной литературы и других источников информации является важной составной частью восприятия и усвоения новых знаний. Кроме того, необходимо отметить, что, в определенном смысле, качественный уровень всей самостоятельной работы обучающегося определяется уровнем самоконтроля.

Рабочая программа дисциплины «Механика жидкости, газа и плазмы» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика направленности Механика жидкости, газа и плазмы.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 8 «27» января 2021 года, протокол № 5.

Разработчики:

д.ф.-м.н., профессор

Э.Н. Береславский

к.т.н., доцент

Р.Р. Муксимова

Заведующий кафедрой:

к.т.н., доцент

Я.М. Далингер

Руководитель ОПОП

д.ф.-м.н., профессор

Э.Н. Береславский

Программа согласована:

Проректор

по научной работе и экономике

д.э.н., профессор

А.В. Губенко

Начальник управления

аспирантуры и докторантуры

д.э.н., профессор

Н.В. Байдукова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «17» марта 2021 года, протокол № 5.