

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Полярный геофизический институт»
(ПГИ)

УТВЕРЖДАЮ
Врио директора ПГИ
д.ф.-м.н. Б.В. Козелов

« » октября 2016г.

Протокол Ученого совета
№ 6 от « 30 » сентября 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

для подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению подготовки кадров высшей квалификации

16.06.01 «Физико-технические науки и технологии»
(профиль 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы)

Квалификация (степень)
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная, заочная

Апатиты
2016

1. К государственной итоговой аттестации допускаются лица, освоившие в полном объеме программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 16.06.01 «Физико-технические науки и технологии» (профиль направления 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы).

2. Критерии оценочные критерии государственного экзамена.

Экзаменационный билет включает 3 вопроса, из них 2 вопроса по дисциплине кандидатского экзамена и один вопрос по дисциплине по выбору в зависимости от того, какую дисциплину по выбору изучал аспирант. Билеты формирует аттестационная комиссия в зависимости от того, какую дисциплину по выбору изучал аспирант.

При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки выпускника. Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

«отлично»- минимум 3 вопроса билета имеют полные ответы. Содержание ответов свидетельствует об отличных знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации;

«хорошо» - минимум 2 вопроса билета имеют полные ответы. Содержание ответов свидетельствует о хороших знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации;

«удовлетворительно» - минимум 1 вопрос билета имеет полный и правильный ответ. Содержание ответов свидетельствует о недостаточных, но удовлетворительных знаниях выпускника и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи;

«неудовлетворительно» - три вопроса билета не имеют ответа. Содержание ответов свидетельствует об отсутствии знаний выпускника и о его неумении решать профессиональные задачи. Получение оценки «неудовлетворительно» на итоговом экзамене не лишает аспиранта права на продолжение обучения, и сдавать экзамен повторно.

3. Перечень вопросов Государственного экзамена

3.1 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, газа и плазмы.

3.2 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.

3.3 Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа.

Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потоки 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. Энтропия и абсолютная температура. 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Гидростатика

Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда.

Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.

3.7 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.

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.

3.8 Движение вязкой жидкости.

Теория пограничного слоя. Турбулентность

Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля.

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.

3.9 Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика

Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение.

Скорость звука.

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

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.

3.10 Электромагнитные явления в жидкостях и газах

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.

Основные закономерности поведения магнитных силовых трубок. Основные закономерности поведения токового слоя.

3.11 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.

3.12 Кинетическая теория газов и плазмы

Определение понятия плазмы. Радиус Дебая. Колебания электронов плазмы. Движение отдельных частиц в плазме. Условие замагниченности электронов и ионов.

Динамика упругого взаимодействия двух частиц. Рассеяние в кулоновском поле.

Функция распределения и потоки частиц. Уравнение Больцмана. Вывод столкновительных членов. H-теорема Больцмана. Кинетическое уравнение Власова и уравнения самосогласованного поля. Уравнение Больцмана для смеси газов.

Уравнения переноса в многокомпонентных газах. Интегралы столкновений. Основные положения метода Чепмена-Энскога и метода моментов. Условия макроскопичности среды. Коэффициенты вязкости и теплопроводности. Уравнения гидродинамики.

4. Оценка выпускной квалификационной работы

На защиту выпускной квалификационной работы (далее ВКР) выносятся результаты научно-исследовательской работы. Материалы, представляемые государственной экзаменационной комиссии, содержат:

- текст ВКР в жестком переплете в 2-х экземплярах;
- автореферат объемом не менее 24 стр. формата А5, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011;
- отчет проверки ВКР в программе Антиплагиат;
- отзыв научного руководителя;
- рецензия;

- доклад (с обязательной презентацией);
- оттиски научных статей выпускника, опубликованные в научных журналах и сборниках.

Результаты защиты научного доклада по ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания. Оценка «неудовлетворительно» означает, что аспирант не прошел аттестацию и должен быть отчислен. Повторная защита доработанной диссертации допускается.

Оценка «отлично» выставляется аспиранту, который грамотно изложил суть и выводы проведенного исследования, правильно, аргументированно ответил на все вопросы, показал глубокие систематизированные знания, показал владение приемами рассуждения и сопоставления материала из разных источников, связь теоретических и практических положений, и т. д. Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Правильное, но неполное раскрытие темы означает оценки «хорошо» или «удовлетворительно».

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, работа которого недостаточна по содержанию и объему, не может свидетельствовать о способности выполнять научные исследования, или который не смог раскрыть основной вопрос, более, чем в половине ответов на дополнительные вопросы и замечания допустил существенные ошибки или не смог на них ответить.

Ученый секретарь ПГИ,
к.ф.-м.н.

К.Г. Орлов