

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**  
**УТВЕРЖДЕНО**  
**приказом по ФИЦ КазНЦ РАН**  
**29.06.2018 № 31-А**

**Программа вступительных испытаний**

при приеме на обучение по образовательным программам высшего образования –  
программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

по дисциплине: **Механика жидкости, газа и плазмы**

по направлению      01.06.01                      Математика и механика  
подготовки:

Рекомендовано к утверждению  
Ученым советом ИММ –  
обособленного структурного  
подразделения ФИЦ КазНЦ РАН,  
протокол от 22.06.2018 № 7

Рекомендовано к утверждению  
Ученым советом ИЭПТ –  
структурного подразделения  
ФИЦ КазНЦ РАН, протокол от  
20.06.2018 № 7

## **1. Пояснительная записка**

Программа вступительных испытаний при приеме на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по механике жидкости, газа и плазмы разработана в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего образования уровней *специалист, магистр*.

Цель испытаний – определить способность поступающих использовать теоретические основы разделов механики деформируемого твердого тела при решении профессиональных задач.

Вступительные испытания по специальной дисциплине проводятся в устной форме по вопросам программы. Поступающим предлагаются два основных вопроса из программы, на подготовку ответов отводится один час, тезисы ответа записываются поступающими на бланках ответа. Помимо основных вопросов члены комиссии могут задать поступающим дополнительные вопросы, не требующие длительной подготовки.

## **2. Программа вступительных испытаний**

### **Раздел 1. Кинематика сплошных сред**

1. Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике.
2. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред.
3. 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.

### **Раздел 2. Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики**

1. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости.
2. 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.
3. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.
4. 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.
5. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Вто-

рой закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

### **Раздел 3. Модели жидких и газообразных сред**

1. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
2. Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа. Явление кавитации.
3. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей.
4. 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.
5. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда.

### **Раздел 4. Движение идеальной несжимаемой жидкости**

1. 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.
2. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.
3. 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.
4. Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам.

### **Раздел 5. Движение вязкой жидкости. Теория пограничного слоя.**

#### **Турбулентность**

1. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Диффузия вихря.

2. 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.

3. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон..

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

## **Раздел 6. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика**

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

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

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

4. 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.

5. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио.

6. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.

## **Раздел 7. Физическое подобие, моделирование**

1. 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. Критерии оценки знаний**

<b>Отлично</b>	Демонстрирует глубокие, специализированные знания по материалам дисциплины
<b>Хорошо</b>	Знает материал дисциплины, но допускает некоторые ошибки
<b>Удовлетворительно</b>	Демонстрирует фрагментарное, не систематическое знание материала дисциплины
<b>Неудовлетворительно</b>	Не имеет знаний по материалам дисциплины

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение

вступительного испытания – *хорошо*.

#### **4. Рекомендуемая литература**

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. I, II. - М: Физматгиз, 1963. - 728 с.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II. 5-е изд. - М.: Наука, 1994. - 530 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. - М.: Наука, 1986. - 734 с.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Дрофа, 2003. - 846 с.
5. Черный Г.Г. Газовая динамика. - М.: Наука, 1988. - 425 с.
6. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. - М.: Изд-во РХД, 2000. - 575 с.
7. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. - М.: Наука, 1974. - 711 с.
8. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. Изд. 2 - М.: Наука, 1966.-448 с.
9. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. —304 с.
10. Механика сплошных сред в задачах. Т. 1,2/ Г.Я. Галин, А.Н. Голубятников, Я.А. Каменярж и др. -М.: Московский лицей, 1996. - 396 с. (т.1), 394 с. (т.2).
11. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. - М.: Гостоптехиздат, 1963. -397 с.
12. Липанов А.М., Кисаров Ю.Р., Ключников И.Г. Численный эксперимент в классической гидромеханике турбулентных потоков. - Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2001.-160 с
13. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. - М.: Мир, 1977. - 638 с.