

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

Утверждено:  
приказом и.о. ректора Н.Н. Сухих  
от 30.09.2020 № 02-2-175

**Программа вступительных испытаний по специальной дисциплине  
при приеме в Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации» на обучение по образовательным  
программам высшего образования - программам подготовки научно-  
педагогических кадров в аспирантуре  
на 2021/2022 учебный год**

Направление подготовки  
01.06.01 «Математика и механика»

Направленность программы (профиль)  
01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы»

Санкт-Петербург  
2020

## Содержание

1. Общие положения
2. Цели и задачи вступительных испытаний
3. Форма и порядок проведения
4. Шкала оценивания и критерии оценивания вступительных испытаний
5. Содержание программы вступительных испытаний
6. Перечень рекомендуемой литературы

## **1. Общие положения**

Программа предназначена для поступающих в аспирантуру ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации» (ФГБОУ ВО СПбГУ ГА) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль) Механика жидкости, газа и плазмы.

Программа вступительного экзамена в аспирантуру разработана с учетом программ общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, включенных в учебные планы подготовки специалистов и магистров. Программа отражает современное состояние данного научного направления и включает важнейшие разделы, знание которых необходимо для поступления в аспирантуру.

Программа представляет собой систематизированный материал, соответствующий положениям государственного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика.

## **2. Цель и задачи вступительного экзамена**

Цель вступительного экзамена по специальности - оценка базовых знаний поступающих в аспирантуру с точки зрения их достаточности для проведения научно-исследовательской деятельности по данному направлению. За оценкой базовых знаний следует зачисление на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров на конкурсной основе.

Задача вступительного экзамена по специальной дисциплине - выявление у поступающего в аспирантуру способностей к аналитической и научно-исследовательской деятельности.

Требования к поступающим в аспирантуру: поступающий в аспирантуру должен иметь необходимые знания в области механики сплошной среды, гидромеханики, газовой динамики, термодинамики, электродинамики.

## **3. Форма и порядок проведения вступительных испытаний**

3.1. Вступительные испытания при приеме на обучение по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре проводятся в письменной форме на русском языке.

3.2. Вступительные испытания при приеме на обучение по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль) Механика жидкости, газа и плазмы осуществляются в форме междисциплинарного комплексного экзамена.

3.3. Продолжительность междисциплинарного комплексного экзамена составляет 2 академических часа (90 минут).

3.4. Экзаменационный билет содержит два вопроса, по одному вопросу из разных разделов программы вступительных испытаний.

## 4. Содержание программы вступительных испытаний

4.1 Вступительное испытание по специальной дисциплине включает 2 теоретических вопроса по базовым дисциплинам общепрофессиональной и специальной подготовке специалистов и магистров.

4.2. Программа вступительных испытаний включает 7 (семь) разделов:

- 1) Кинематика сплошных сред.
- 2) Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики.
- 3) Модели жидких и газообразных сред.
- 4) Гидростатика.
- 5) Гидродинамика. Газовая динамика.
- 6) Электромагнитные явления в жидкостях
- 7) Физическое моделирование.

### 1) Кинематика сплошных сред

Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике. Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, вектор вихря, потенциал скорости,

### 2) Основные понятия и уравнения динамики

Закон сохранения массы. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потоки диффузии. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. 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.

### 3) Модели жидких и газообразных сред

Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа. Явление кавитации. Возникновение вихрей. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса.

### 4) Гидростатика

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

### 5) Гидродинамика. Газовая динамика

*Движение идеальной несжимаемой жидкости*

Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. 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. Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эффроса и др.

*Движение вязкой жидкости.*

Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Ламинарный пограничный слой. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Свободная и вынужденная конвекция. Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси.

*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. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.

#### **6) 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. Джоулево тепло. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.

#### **7) Физическое моделирование**

Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Числа Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала.

### **5. Критерии оценивания**

Оценка знаний вступительного экзамена по специальности поступающего в аспирантуру производится по четырехбальной шкале.

5 (отлично) - обстоятельный и обоснованный ответ на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами.

4 (хорошо) - верные и полные ответы на вопросы экзаменационного билета, в ответе не содержатся грубые ошибки и неточности при трактовке основных понятий и категорий, при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии возникли определенные затруднения.

3 (удовлетворительно) - недостаточно полный и обоснованный ответ на вопросы экзаменационного билета, при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии возникли серьезные затруднения.

2 (неудовлетворительно) - отсутствие необходимых для ответа на вопросы экзаменационного билета теоретических и практических знаний.

## **6. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к вступительному испытанию**

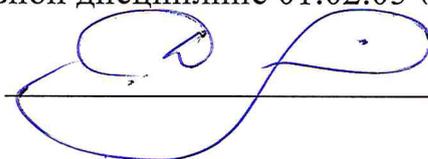
### **а) основная литература**

1. Кочин, Н.Е. Теоретическая гидромеханика. В 2-х томах. /Н.Е Кочин., И.А. Кибель, Н.В.Розе. - М.: Физматгиз, 1963
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. В 2-х томах. / Л.И.Седов. - М.: Наука, 1995
3. Ландау, Л.Д., Лившиц Е.М Гидродинамика. /Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. - М.: Физматлит, 2006
4. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа. / Г. Л. Лойцянский. - М.: Дрофа, 2003

### **б) дополнительная литература**

5. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
6. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. М.: Наука, 1977.
7. Механика сплошной среды в задачах. /под ред М.Э.Эглит. М.: «Московский лицей». Т.1, 2, 1996.
8. Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1970.
9. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
- 10.Куликовских А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматгиз, 1962.
- 11.Прандтль Л. Гидромеханика. М.: Изд-вд иностранной литературы, 1951.
- 12.Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. М.: Наука, 1981.
- 13.Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974.
- 14.Кутателадзе С.С. Пристенная турбулентность. Новосибирск: Наука, 1993.

Председатель комиссии по проведению вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине 01.02.05 «Механика жидкости газа и плазмы»



к.т.н., доц., Я.М. Далингер