

Министерство науки и высшего образования РФ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»  
(СПбГМТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по образовательной деятельности

Е. Р. Счисляева



## ПРОГРАММА

вступительного экзамена для поступающих в аспирантуру

### **1.1. Математика и механика**

*шифр и наименование группы научных специальностей*

#### **1.1.9 Механика жидкости, газа и плазмы**

*шифр и наименование научной специальности*

## Введение

Программа вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.1.9. «Механика жидкости, газа и плазмы» составлена на основе федеральных государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки аспирантов по группе научных специальностей Математика и механика.

Программа вступительного экзамена в аспирантуру разработана в соответствии с федеральными государственными стандартами высшего профессионального образования ступеней «специалист», «магистр».

Лица, желающие поступить в аспирантуру по данной научной специальности, должны показать свою подготовленность к продолжению образования и продемонстрировать наличие компетенций по следующим вопросам.

### Вопросы для вступительных экзаменов

ТЕМА 1. Свойства жидкостей и уравнения их движения.

Классификация сил, действующих в жидкости. Свойства напряжения внутренних сил, действующих в жидкости. Давление. Уравнения движения жидкости в напряжениях.

ТЕМА 2. Гидростатика.

Уравнения гидростатики и их интегрирование. Закон Паскаля. Основной закон гидростатики. Определение сил, действующих на поверхности и тела в покоящейся жидкости. Закон Архимеда.

ТЕМА 3. Кинематика.

Методы Лагранжа и Эйлера. Установившееся и неустановившееся течение. Траектории и линии тока. Прямое и обращенное движение. Плоское движение. Осесимметричное движение. Пространственное движение. Анализ движения жидкой частицы. Теорема Коши-Гельмгольца. Уравнение неразрывности. Функция тока. Вихревое движение. В вихревая линия. Циркуляция. Теорема Стокса.

ТЕМА 4. Динамика невязкой жидкости.

Уравнения движения невязкой жидкости (уравнения Эйлера). Начальные и граничные условия. Уравнения Эйлера в форме Громеко. Вывод интегралов Лагранжа, Эйлера, Бернулли. Физический смысл. Обтекание тела. Распределение давления по поверхности тела. Критическая точка. Коэффициент давления. Теорема Томсона и ее следствия.

ТЕМА 5. Безвихревые движения жидкости.

Уравнение Лапласа. Граничные условия. Плоскопараллельное безвихревое течение. Плоский источник и сток. Плоский циркуляционный поток. Плоский диполь. Обтекание цилиндра с циркуляцией. Парадокс Эйлера-Д'Аламбера. Однородный поток в пространстве. Пространственный источник и сток. Пространственный диполь. Обтекание тела вращения потенциальным потоком. Уравнение Фредгольма 1-го рода. Обтекание тела потенциальным потоком. Простой слой. Уравнение Фредгольма 2-го рода. Учет влияния границ потока на обтекание тела. Метод зеркальных отображений.

ТЕМА 6. Гидродинамические реакции при нестационарном движении тел в жидкости.

Классификация гидродинамических реакций. Гидродинамические реакции при неустановившемся движении в жидкости. Понятие о присоединенных массах.

ТЕМА 7. Вихревое движение жидкости.

Кинематическая теорема Гельмгольца о вихрях и ее следствия. 1-я и 2-я динамические теоремы Гельмгольца о вихрях. Формула Био-Савара. Вихревые слои.

ТЕМА 8. Динамика вязкой жидкости.

Вязкость жидкости. Формула Ньютона. Обобщенная формула Ньютона. Уравнения движения вязкой жидкости (уравнения Навье-токса). Начальные и граничные условия. Основные свойства течений вязкой жидкости. Основные критерия подобия. Вывод. Общие формулы для гидродинамических сил и моментов. Автомодельность.

ТЕМА 9. Турбулентное течение жидкости.

Ламинарные и турбулентные течения жидкости. Опыт Рейнольдса. Ламинарнотурбулентный переход. Характеристики турбулентного течения жидкости. Уравнения движения турбулентных потоков (уравнения Рейнольдса). Гипотеза турбулентной вязкости. Модель Прандтля. Двухпараметрические полуэмпирические модели турбулентности (k-eps модель). Метод прямого численного моделирования. Понятие о методе крупных вихрей. Закон скорости турбулентного течения вблизи стенки. Вязкий подслой, буферная зона, логарифмическая зона. Понятие шероховатости.

ТЕМА 10. Специальные вопросы корабельной гидромеханики.

Понятие пограничного слоя. Основные характеристики пограничного слоя. Уравнения Прандтля. Крыло. Основные геометрические характеристики крыла. Основные динамические характеристики крыла. Распределение давления по поверхности крыла. Критический угол атаки. Методы расчета крыльев. Геометрические характеристики волн. Поверхностные и внутренние волны. Граничные условия для волновой задачи. Потенциальный подход.

*Программа разработана научными руководителями кафедр, осуществляющих подготовку аспирантов по данной научной специальности*

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник отдела аспирантуры \_\_\_\_\_  Л. В. Кох