

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАДРЫ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
(АСПИРАНТУРА)**

УТВЕРЖДАЮ

Декан Физико-технического факультета НИ ТГУ

_____ Э.Р. Шрагер

«1» июля 2017 г.

ПРОГРАММА

вступительных экзаменов по специальной дисциплине

01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы»

(направление подготовки: 01.06.01 – Математика и механика)

Томск 2017

От сдающих вступительный экзамен требуется знание основных этапов развития механики, а также общее представление о важнейших достижениях современной науки в области механики жидкости и газа.

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: аэрогидродинамика, газовая динамика, физико-химическая гидродинамика, термодинамика.

Общие сведения. Введение. История развития механики жидкости и газа. Линия тока. Поток вектора скорости через поверхность. Дивергенция. Циркуляция. Вихрь. Теорема Стокса.

Кинематика жидкой среды. Гипотеза сплошности среды. Переменные Лагранжа и Эйлера. Деформация жидкой частицы. Ускорение жидкой частицы. Теорема Кельвина. Кинематические характеристики безвихревого и вихревого движений. Уравнение неразрывности.

Основные сведения термодинамики. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Уравнение состояния.

Основные уравнения динамики идеальной жидкости. Массовые и поверхностные силы. Уравнения движения идеальной жидкости. Общая постановка задач динамики идеальной жидкости. Случай несжимаемой жидкости. Случай сжимаемой жидкости. Начальные и граничные условия. Некоторые сведения из классической термодинамики. Закон сохранения энергии в потоке идеальной жидкости.

Гидростатика. Уравнения равновесия. Равновесие в поле силы тяжести. Закон Архимеда. Устойчивость равновесия в поле силы тяжести.

Движение идеальной жидкости. Установившееся движение. Интеграл Бернулли. Безвихревое движение. Интеграл Коши-Лагранжа. Действие мгновенных сил. Плоское безвихревое движение. Комплексный потенциал и комплексная скорость. Источники и стоки. Поля течений, получаемые при специальном выборе комплексного потенциала. Обтекание угла. Бесциркуляционное и циркуляционное обтекание цилиндра. Вихревые движения идеальной жидкости. Теорема Томсона. Теорема Лагранжа. Теорема Гельмгольца. Уравнения Фридриха. Уравнения Гельмгольца. Образование вихрей. Теорема Бьеркнеса.

Движение вязкой жидкости. Понятие вязкой жидкости. Тензор скоростей деформаций. Тензор напряжений. Обобщенный закон Ньютона. Уравнения движения вязкой жидкости. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии. Обобщение

уравнения Гельмгольца. Закон подобия. Критерии подобия. Одномерное течение между параллельными плоскостями. Течение Пуазейля. Течения при малых числах Рейнольдса. Течение в каналах слабо изменяющейся формы. Теория смазки. Обтекание твердой сферы. Парадокс Уайтхеда. Приближение Озеена. Изменения картины обтекания тел при возрастании числа Рейнольдса. Гипотеза пограничного слоя. Уравнения пограничного слоя. Неньютоновские жидкости. Степенная жидкость. Вязкопластичная жидкость. Уравнения динамики неньютоновских сред.

Конвективная диффузия в жидкостях. Общие сведения о диффузионной кинетике в жидкостях. Теория Нернста. Теория Лангмюра. Уравнение конвективной диффузии в жидкостях. Граничные условия. Диффузионный пограничный слой. Сведение уравнения диффузии к уравнению типа уравнения теплопроводности. Диффузия к падающей твердой частице. Аналогия между диффузией и поверхностным трением. Моделирование гетерогенных химических реакций. Диффузионный критерий Нуссельта. Диффузия в ламинарном потоке жидкости в трубе.

Капиллярное движение. Поверхностный слой. Условие равновесие между двумя жидкими фазами. Капиллярное движение. Граничные условия на поверхности раздела двух жидкостей. Движение жидкости в капилляре. Термокапиллярное движение. Влияние поверхностно-активных веществ на движение жидкости.

Волны на поверхности жидкости. Гравитационные волны. Капиллярные волны. Волны на поверхности идеальной жидкости. Волны на поверхности вязкой жидкости.

Движение жидкости в тонких пленках. Уравнения пленочного движения. Стеkanie жидкости по наклонной плоскости. Определение толщины пленки. Оценка остатка массы жидкости при истечении из емкостей. Пленка на поверхности тела, извлекаемого из неподвижной жидкости. Волновое течение в тонких слоях жидкости.

Основная литература.

1. Н.Е. Кочин, И.А. Кибель, Н.В. Розе. Теоретическая гидромеханика, т.1,2.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. Теоретическая физика. Т. 6 Гидродинамика. 2012. 736с.
3. Л.И. Седов. Механика сплошной среды.т.1,2 Издание 6. Изд-во Лань 2004. 1088с.
4. Л.Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа.7-е изд. Дрофа 2003. 840с.
- 5.А.М. Липанов. Теоретическая гидромеханика ньютоновских сред. М.: Наука. 2011. 551с.
6. В.Г. Левич. Физико-химическая гидродинамика.
7. Д.А. Франк-Каменецкий. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987.
8. И.П.Базаров «Термодинамика» СПб.: Лань, 2010. – 377 с.
9. Е.Н.Ерёмин «Основы химической термодинамики» Высшая школа, 1978 г.

Дополнительная литература.

1. Дж. Бэтчелор. Введение в динамику жидкости.
2. Дж. Хапфель, Г. Бреннер. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса.
3. Г. Ламб. Гидродинамика.
4. А.М. Кутепов, А.Д. Полянин и др. Химическая гидродинамика.
5. З.П. Шульман. Конвективный теплоперенос реологически сложных жидкостей. М.:Энергия, 1975.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. Журнал «Механика жидкости и газа» [Электронный ресурс] / URL: <http://mzg.ipmnet.ru/ru/Issues.php>.

Программа сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и магистратуры.

Билет вступительного испытания включает два вопроса. Вопросы являются теоретическими и требуют обстоятельного ответа с доказательством всех необходимых утверждений и определением всех необходимых понятий.

Критерии формирования оценок

Каждый из вопросов билета оценивается баллами от 0 до 50 в соответствии со следующей таблицей.

Кол-во баллов	Критерии
50-41	Полный безошибочный ответ с правильным применением понятий и определений.
40-31	Правильный и достаточно полный, не содержащий существенных ошибок ответ. Оценка может быть снижена за отдельные несущественные ошибки.
30-21	Недостаточно полный объем ответа, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях.
20-11	Неполный объем ответов, наличие ошибок и пробелов в знаниях.
10-0	Отсутствие необходимых знаний, отрывочный, поверхностный ответ.

Проверка и оценка ответов на вопросы вступительного экзамена проводится аттестационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Общая оценка определяется как средний балл, выставленный всеми членами аттестационной комиссии по результатам вступительного экзамена.

Минимальное количество баллов, необходимое для сдачи и получения положительной оценки за вступительный экзамен по специальности – 60 баллов

Программа утверждена Учёным советом физико-технического факультета, протокол №7 от 30.06.2017г.