

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико – технический факультет.
Механико-математический факультет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по Од

— Е.В. Луков

28» октября 2022г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности

1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Программа кандидатского экзамена по научной специальности

1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы рассмотрена и рекомендована к утверждению: ученым советом физико – технического факультета

протокол № 11 от 27 10 2022 г.

ученым советом механико-математического факультета

протокол № от 2022 г.

Авторы-разработчики:

1. Шрагер Г.Р., доктор физ.- мат. наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной газовой динамики и горения
2. Крайнов А.Ю., доктор физ.- мат. наук, профессор, заведующий кафедрой математической физики
3. Борзенко Е.И., доктор физ.- мат. наук, доцент, профессор кафедры прикладной газовой динамики и горения
4. Савкина Н.В., канд. физ.- мат. наук, доцент, доцент кафедры динамики полета
5. Шеремет М.А., доктор физ.- мат. наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики

Согласовано:

Соруководитель ОП

Соруководитель ОП



Шрагер Г.Р.

Шеремет М.А.

1. Общие положения

На основании постановления Правительства Российской Федерации от 23.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» кандидатские экзамены сдаются в соответствии с научной специальностью (научными специальностями) и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (далее – Минобрнауки России), по которым осуществляется подготовка (подготовлена) диссертации.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени к проведению научных исследований по научной специальности **1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы** по техническим и физико-математическим наукам (далее – кандидатский экзамен).

Программа кандидатского экзамена разработана на основе Паспорта научной специальности **1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы** (далее – Программа), утвержденного ВАК при Минобрнауки России <https://drive.google.com/drive/folders/1RNYkXhvAzaEF85GqxOH8HhbenJIoUMR7>.

Организация и проведение приема кандидатского экзамена осуществляется в соответствии с установленным в НИ ТГУ порядком.

Подготовка по Программе может осуществляться как самостоятельно, так и в рамках освоения соответствующей программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре НИ ТГУ. Сдача аспирантом кандидатского экзамена является обязательным условием обучения и относится к оценке результатов освоения базовой дисциплины (модуля) образовательного компонента программы, осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

2. Структура кандидатского экзамена и шкала оценивания уровня знаний

Кандидатский экзамен проводится в форме устного экзамена по билетам продолжительностью один академический час и состоит из следующих частей:

1. Основные вопросы (не более трёх вопросов по содержанию курса «Механика жидкости, газа и плазмы»).
2. Дополнительные вопросы (не более трёх вопросов из 2-го раздела содержания Программы).

Оценка уровня знаний по каждому вопросу осуществляется по пятибалльной шкале со следующим принципом перерасчета:

«отлично» – 5 баллов;

«хорошо» – 4 балла;

«удовлетворительно» – 3 балла;

«неудовлетворительно» – 1-2 балла.

При оценивании ответов на каждый из вопросов экзаменационного билета учитываются следующие критерии:

Ответ на вопрос исчерпывающий, продемонстрировано понимание и знание сути вопроса в полном объеме. Замечаний нет.	5 баллов
Ответ на вопрос неполный, но раскрывающий основную суть вопроса, продемонстрировано понимание и знание вопроса в достаточном объеме. Замечания незначительные.	4 балла
Ответ неполный с существенными замечаниями, знания по вопросу фрагментарные и частичные, в том числе и по тематике диссертационного исследования.	3 балла
Ответ на вопрос отсутствует или дан неправильный	1-2 балла

Итоговая оценка за кандидатский экзамен выставляется решением экзаменационной комиссии:

«отлично» – при наличии не менее 80% 5-балльных ответов и отсутствии 3-2-1-балльных ответов;

«хорошо» – при наличии не менее 80% 4-балльных ответов и отсутствии 2-1-балльных ответов;

«удовлетворительно» – при наличии более 20% 3-балльных ответов и отсутствии 2-1-балльных ответов;

«неудовлетворительно» – при наличии 1-2 балльного ответа (или отказа отвечать на вопрос).

3. Перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена

Раздел 1. Основные вопросы (по содержанию курса « *Механика жидкости, газа и плазмы* »).

Тема 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 и газа.

Тема 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.

Тема 3. Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потoki 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.

Тема 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.

Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.

Тема 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.

Тема 6. Гидростатика

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

Тема 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.

Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др.

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.

Тема 8. Движение вязкой жидкости. Теория пограничного слоя. Турбулентность.

Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.

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.

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

Тема 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.

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

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.

Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.

Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.

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.

Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.

Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.

Тема 10. 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. 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.

Тема 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.

Основная литература

Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. I, II. М.: Физматгиз, 1963.

Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II. 5-е изд. М.: Наука, 1994.

Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. 10-е изд. М.: Наука, 1987.

Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. М.: Наука, 1986.

Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 5-е изд. М.: Наука, 1978.

Черный Г.Г. Газовая динамика. М.: Наука, 1988.

Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматгиз, 1962.

Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: Гос. изд-во физ.-тех. лит-ры, 1955.

Прандтль Л. Гидроаэромеханика. РХД, 2000.

Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974.

Дополнительная литература

Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. 3-е изд. М.: Наука, 1980.

Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.

Механика сплошных сред в задачах. Т. 1, 2 / Г.Я. Галин, А.Н. Голубятников, Я.А. Каменярж и др. М.: Московский лицей, 1996.

Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. М.: Гостоптехиздат, 1963.

Липанов А.М., Кисаров Ю.Р., Ключников И.Г. Численный эксперимент в классической гидромеханике турбулентных потоков. Екатеринбург: Изд-во Ур. ОРАН, 2001.

Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная неустойчивость несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1972.

Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977.

Раздел 2. Дополнительные вопросы (по области исследования паспорта научной специальности, в рамках которой определена тема подготавливаемой кандидатской диссертации).

Область исследования: **Реологические законы поведения текучих однородных и многофазных сред при механических и других воздействиях.**

Классификация реологических моделей текучих систем. Жидкости Рейнера-Ривлина. Обобщённые ньютоновские жидкости. Модели вязко-пластичных сред. Обобщённая модель нелинейно-вязкопластичной жидкости. Вязкоупругие жидкости. Понятие памяти для текучих материалов. Классификация уравнений состояния для жидкостей с памятью. Теория простой жидкости. Простые жидкости с затухающей памятью. Классификация течений неньютоновских жидкостей. Анализ размерностей.

Обтекание погруженных тел и пограничные слои. Общий анализ проблемы пограничного слоя нелинейно-вязкопластичной среды. Реодинамика пленочных течений.

Турбулентные течения неньютоновских сред. Устойчивость течений.

Рекомендуемая литература.

1. З.П. Шульман. Конвективный теплообмен в реологически сложных жидкостях. М., «Энергия», 1975, 352 с.
2. Реология / под ред. Ф.Эйриха. - М.: ИИЛ, 1962.

Область исследования: **Ламинарные и турбулентные течения.**

Точные решения уравнений движения вязкой жидкости. Общий случай стационарного одномерного течения в трубах. Нестационарные одномерные течения. Диффузия вихря. Течение в диффузоре. Одномерное движение вязкой сжимаемой жидкости. Приближённые решения уравнений движения вязкой жидкости в случае малых чисел Рейнольдса. Движение сферы. Гидродинамическая теория смазки. Реологические законы ньютоновских вязких несжимаемых жидкостей.

Теория пограничного слоя. Уравнения пограничного слоя. Интегральное соотношение Кармана и его обобщение. Уравнения пограничного слоя для сжимаемой жидкости. Пограничный слой на плоской пластине. Пограничный слой при изменении скорости внешнего потока. Автомодельные решения уравнений пограничного слоя. Пограничный слой в сжимаемой жидкости. Метод Дородницына. Теория температурного и диффузного пограничного слоя. Сопротивление и теплообмен тел при внешнем обтекании.

Неустойчивость ламинарных режимов течений и возникновение

турбулентности. Математическая формулировка вопроса об устойчивости относительно малых возмущениях. Устойчивость плоскопараллельных течений. Устойчивость по отношению к конечным возмущениям. Переход в турбулентный режим течения.

Математические методы описания турбулентности. Средние значения и корреляционные функции. Практические способы осреднения и условия Рейнольдса. Случайные поля гидродинамических величин и вероятное осреднение. Понятие об эргодичности. Статистическая формулировка основной задачи теории турбулентности. Характеристические функции и характеристический функционал. Моменты гидродинамических полей. Моменты и семиинварианты случайных полей. Случайные поля с нормальными распределениями вероятности (гаусовские поля). Определение моментов и семиинвариантов случайного поля по его характеристическому функционалу. Стационарные случайные функции. Однородные случайные поля. Эргодическая теорема.

Уравнение Рейнольдса осредненного турбулентного движения. Уравнение баланса турбулентной энергии. Явления переноса в турбулентном потоке. Полуэмпирическая теория турбулентности. "Свободная" турбулентность. Плоская затопленная струя. Осесимметричная турбулентная струя, турбулентный след вдали от тела. Двухслойная и многослойная схема "пристенной" турбулентности. Логарифмический профиль скоростей. Сопротивление гладких и шероховатых труб. Тепло- и массоперенос в условиях "пристенной" турбулентности. Взаимодействие молекулярного и молярного переносов. Структура турбулентного пограничного слоя. Обзор существующих эмпирических и полуэмпирических теорий. Полуэмпирические методы расчёта турбулентного слоя на гладких и шероховатых пластинах. Однородное и изотропное турбулентное движение. Уравнения для корреляционных и спектральных функций изотропной турбулентности и некоторые следствия из них вытекающие. Заключительный период вырождения турбулентности. Гипотезы об автомодельности (Карман, Колмогоров). Гипотезы о спектральном переносе энергии. Гипотеза Миллионщикова о связи четвёртых и вторых моментов и эмпирические данные о распределениях вероятностей поля скорости. Уравнения для старших моментов и проблема замыкания.

Локальная изотропная турбулентность. Общие представления о локальной структуре турбулентности при больших числах Рейнольдса. Гидродинамическая теория локальной структуры развитой турбулентности. Диффузия в поле локально изотропной турбулентности.

Рекомендуемая литература.

1. Шлихтинг, Теория пограничного слоя. "Наука", 1974.
2. Л.Г.Лойцянский. Ламинарный пограничный слой. ГИФМ, М., 1962.
3. Ч.Л.Уилкинсон. Неньютоновские жидкости. "Мир", М., 1964.
4. И.О.Хинце. Турбулентность. Физматгиз, 1963.
5. А.С.Монин, А.М.Яглом. Статистическая гидромеханика. Ч. I и Ч. II. "Наука", М., 1967.
6. А.С.Гилевский. Теория турбулентных струй и следов. Машиностроение, М., 1969.

Область исследования: **Течения сжимаемых сред и ударные волны.**

Неустановившееся движение. Одномерные движения. Общие уравнения. Характеристики. Сильные разрывы в одномерной нестационарной задаче. Случай постоянной энтропии. Движение поршня в неограниченной трубе. Точные решения. Возникновение и перемещение сильного разрыва.

Односторонний взрыв. Плоский, цилиндрический и сферический взрыв без противодействия. Сферический взрыв с противодействием.

Структура фронта ударных волн в газах. Физико-химическая кинетика в газодинамических процессах. Ударные трубы. Экспериментальные методы исследования обтекания высокоскоростных частиц.

Роль вязкости и теплопроводности в образовании скачка уплотнения.

Ударная адиабата в условиях диссипации и ионизации. Ударная адиабата с учётом равновесного излучения.

Теория детонационных волн. Влияние кинетики химической реакции на механизм формирования детонационной волны. Зависимость скорости детонации от плотности газа. Уравнения состояния конденсированных ВВ. Волны детонации в конденсированных ВВ. Распространение детонации в газообразных взрывчатых смесях и в конденсированных взрывчатых веществах. Чувствительность взрывчатых систем к внешним воздействиям: тепловым, механическим,

электрическим, ударной волне.

Взрыв. Односторонний взрыв. Плоский, цилиндрический и сферический. Взрыв без противодействия. Сферический взрыв в противодействии. Задача Седова о точечном взрыве. Взрыв в грунте. Удар метеоритов. Моделирование в опытах и механическое подобие.

Кумуляция. Элементы теории сходящихся струй. Гидродинамическая модель проникания с учётом противодействия.

Рекомендуемая литература.

1. Р.Курант, К.Фридрихс. Сверхзвуковые течения и ударные волны. М., ИЛ., 1950.
2. В.П.Коробейников, И.Е.Мельникова, Е.В.Рязанов, Теория точечного взрыва. Физматгиз, 1961.
3. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.М. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. "Наука", М., 1966,
4. Рождественский Б.Л., Яненко Н.Н. Системы квазилинейных уравнений. "Наука", М., 1968.
5. Кинслоу. Высокоскоростные ударные явления, изд-во "Мир", М., 1973.
6. С.К.Годунов. Уравнения математической физики. "Наука", м., IS71.
7. Ф.А.Баум, К.П.Станюкович, Б.И.Шехшер. Л.П.Орленко, Гельшев. Физика взрыва. НФМЛ, М., 1974.

Область исследования: Разработка математических методов и моделей гидромеханики.

Классификация систем квазилинейных уравнений. Понятие о краевых задачах для систем квазилинейных уравнений. Понятие о корректно поставленной задаче по Куранту. Гиперболические уравнения. Характеристические многообразия с точки зрения разрешимости задачи Коши. Постановка смешанной задачи для гиперболической системы. Теоремы единственности решения смешанной задачи. Теория законов сохранения и разрывные решения квазилинейных уравнений. Асимптотические методы в механике сплошных сред.

Методы построения разностных схем. Понятие консервативности, однородные разностные схемы. Постановка разностных краевых задач. Исследование устойчивости разностных схем, применяемых в механике

жидкостей, газа и плазмы, методы исследования устойчивости. Анализ распространённых разностных схем для решения систем уравнений гиперболического, эллиптического и параболического типов.

Рекомендуемая литература.

1. Р.Курант. Уравнения в частных производных.
2. С.К.Годунов. Уравнения математической физики.
3. П.Роуч. Вычислительная гидродинамика.
4. Дж.Бэтчелор. Введение в динамику жидкости. - М., Мир, 1973.

3. Пример экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кандидатский экзамен по специальности

1.1.9 Механика жидкости, газа и плазмы

Экзаменационный билет № 1

Основные вопросы

1. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера.
2. Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа.
3. Течения Куэтта и Пуазейля.

Дополнительные вопросы:

1. Модели вязко-пластичных сред.
2. Теория пограничного слоя.
3. Понятие консервативности, однородные разностные схемы.

Председатель экзаменационной комиссии

Г.Р. Шрагер