

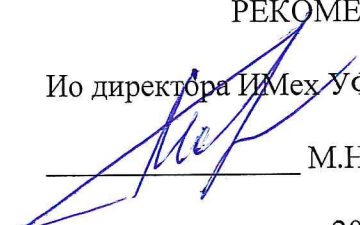
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ УФИМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

РЕКОМЕНДОВАНО


УТВЕРЖДАЮ

Ио директора ИМех УФИЦ РАН

Ио руководителя УФИЦ РАН


_____ М.Н. Галимзянов
«__» _____ 20__ г.



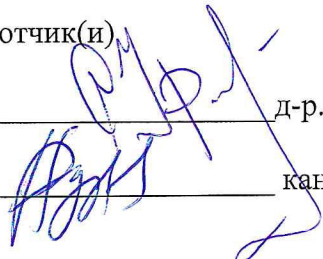

_____ В.Б. Мартыненко
_____ 20__ г.

**ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**
по научной специальности
1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Программа составлена в соответствии с научной специальностью и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени (утверждена Приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118).

Уфа-2022

Разработчик(и)


_____ д-р. физ-мат. наук профессор, С.Ф. Урманчиев


_____ канд. физ-мат. наук, Г.Р. Рафикова

Согласовано:

Заведующий отделом аспирантуры УФИЦ РАН


_____ /М.Ю. Тимофеева

Ученый секретарь ИМех УФИЦ РАН


_____ /Г.Р. Рафикова

СОДЕРЖАНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

СОДЕРЖАНИЕ

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.

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.

3. Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики

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

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.

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.

6. Гидростатика

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

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 Кортевега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.

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 автомоделейных решений.

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 Лавала.

Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомоделейные 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.

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.

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.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Нигматулли Р. И., "Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика" — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 640 с. ISBN 978-5-9704-2898-6
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II. 6-е изд. СПб.: Лань, 2004.
3. Басниев К. С., Дмитриев Н. М., Розенберг Г.Д. Нефтегазовая гидромеханика: Учебное пособие для вузов. — М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. 544 с
4. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. РХД, 2000.
5. Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс] : Учеб.пособие .— 4-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2009 .— 608 с. <URL:<http://e.lanbook.com/>>.
6. Бахвалов Н. С. , Жидков Н. П. , Кобельков Г. М. Численные методы: Учеб.
7. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. - М. ; Л. : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1950. - 678 с. : ил. - ISBN 978-5-4475-1896-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256639> (06.05.2015).
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. М.: Наука, 1986. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83193&razdel=10555>
9. Гиргидов А Д Механика жидкости и газа (гидравлика) [Электронный ресурс] : учебник / А. Д. Гиргидов. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 704 с.: ил. - (Высшее образование : Бакалавриат). - В пер. - ISBN 978-5-16-009473-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=443613> (дата обращения: 20.10.2020). — Текст : электронный.
10. Семенов В. П. Основы механики жидкости [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Семенов. - Москва : ФЛИНТА, 2013. - 375 с. - ISBN 978-5-9765-0870-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=462982> (дата обращения: 20.10.2020). — Текст : электронный.
11. Никеров В. А. Физика для вузов : Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс] : учебник / В. А. Никеров. - Москва : Дашков и К°, 2012. - 136 с. - ISBN 978-5-394-00691-3. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=415061> (дата обращения: 20.10.2020). — Текст : электронный.
12. Семенов В. П. Основы механики жидкости [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Семенов. - Москва : ФЛИНТА, 2013. - 375 с. - ISBN 978-5-9765-0870-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=462982> (дата обращения: 20.10.2020). — Текст : электронный.
13. Темам, Р. Математическое моделирование в механике сплошных сред : учебное пособие / Р. Темам, А. Миранвиль ; под редакцией Г. М. Кобелькова ; перевод И. О. Арушаняна. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 323 с. — ISBN 978-5-00101-494-2. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94110> (дата обращения: 21.10.2020). — Текст : электронный.
14. Кучер, Н. А. Нестационарные задачи механики вязких сжимаемых сред : монография / Н. А. Кучер. — Кемерово : КемГУ, 2014. — 202 с. — ISBN 978-5-8353-1790-5. — URL: <https://e.lanbook.com/book/61393> (дата обращения: 21.10.2020). — Текст : электронный.
15. Бакунин, О. Г. Турбулентность и диффузия. От хаоса к структурам / О. Г. Бакунин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 235 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/48259> (дата обращения: 18.10.2020). — Текст : электронный
9. Волков, К. Н. Моделирование крупных вихрей в расчетах турбулентных течений : учебное пособие / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 368 с. — ISBN 978-5-9221-0920-8. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/49083> (дата обращения: 18.10.2020). — Текст : электронный

16. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 5-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 6 : Гидродинамика — 2001. — 736 с. — ISBN 5-9221-0121-8. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2232> (дата обращения: 18.10.2020). — Текст : электронный

Дополнительная:

1. Балдин, К.В. Высшая математика. Учебник [Электронный ресурс] / Балдин К. В. — М. : Флинта, 2010 .— 360с. — () .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему "Университетская библиотека online" .— ISBN 978-5-9765-0299-4 .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/79497/>>.

2. Самарский, Александр Андреевич. Численные методы : учеб. пособие для вузов / А. А. Самарский, А. В. Гулин .— М. : Наука, 1989 .— 430 с

3. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс] : Избранное / под ред. А. Н. Крайко .— Москва : Физматлит, 2003 .— 384 с. — Загл. с титул. экрана .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему "Университетская библиотека online" .— ISBN 978-5-9221-0444-9 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69129> >.

4. Амосов, Андрей Авенирович. Вычислительные методы : учеб. пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова .— Изд. 4-е, стереотип. — Санкт-Петербург : Лань, 2014 .— 672 с.

5. Владимиров, Василий Сергеевич. Уравнения математической физики : учебник / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов .— Изд. 2-е, стер. — М. :Физматлит, 2008 .— 400 с

6. Формалев, В.Ф. Численные методы [Электронный ресурс] / Формалев В. Ф. — М. :Физматлит, 2006 .— 400 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online .— ISBN 5-9221-0737-2 .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/69333/>>.

7. Рябенский, В.С. Введение в вычислительную математику / В.С. Рябенский. - 3-е изд., испр. и доп. - М. :Физматлит, 2008. - 285 с. - (Физтеховский учебник). - ISBN 978-5-9221-0926-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68380>

8. Башкин, В. А. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики : монография / В. А. Башкин, И. В. Егоров. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 332 с. — ISBN 978-5-9221-1524-7. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59694> (дата обращения: 20.10.2020). — Текст : электронный.

9. Волков, К. Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа : учебное пособие / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 468 с. — ISBN 978-5-9221-1438-7. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59637> (дата обращения: 20.10.2020). — Текст : электронный.

Периодические издания (журналы):

Прикладная математика и механика

Прикладная механика и техническая физика

Теплофизика высоких температур

Теоретические основы химической технологии

Теплофизика и аэромеханика

Инженерно-физический журнал

Доклады академии наук. Механика

Известия РАН. Механика жидкости, газа и плазмы

Многофазные системы

Примерные экзаменационные вопросы
(кандидатский экзамен)

1. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.
2. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.
3. 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.
4. 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 неустойчивое движение среды.
5. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потоки диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.
6. 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.
7. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.
8. 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.
9. 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.
10. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
11. Интегралы Бернулли и Коши–Лагранжа. Явление кавитации.
12. 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.
13. Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.
14. Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.
15. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.
16. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.
17. 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.

18. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.

19. 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.

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

21. 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.

22. 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.

23. Движение вязкой жидкости. Теория пограничного слоя. Турбулентность. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.

24. Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.

25. 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.

26. 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.

27. Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе.

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

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

30. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.

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

32. 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.

33. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и не эволюционные разрывы.

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

35. Задача о структуре сильного разрыва. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.

36. 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.
37. Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.
38. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.
39. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома.
40. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова–Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.
41. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.
42. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема. Примеры приложений.
43. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

Критерии оценивания

Ответ студента на экзамене оценивается на закрытом заседании Государственной комиссии по кандидатскому минимуму, представляет собой среднее арифметическое всех оценок, полученных выпускником на каждом этапе аттестационного испытания, с учетом среднеарифметической оценки сформированности профессиональных компетенций и определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» «неудовлетворительно».

Общие подходы к определению уровня сформированности компетенций студентов на государственном экзамене следующие:

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий.	Отлично (5)
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	Хорошо (4)

Удовлетворительный	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	Удовлетворительно (3)
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно (2)

Дополнительные критерии оценки устного ответа

Критериями оценки сформированности компетенций будут выступать следующие качества знаний:

- полнота – количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;
- глубина – совокупность осознанных знаний об объекте;
- конкретность – умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний (доказать на примерах основные положения);
- системность – представление знаний об объекте в системе, с выделением структурных ее элементов, расположенных в логической последовательности;
- развернутость – способность развернуть знания в ряд последовательных шагов;
- осознанность – понимание связей между знаниями, умение выделить существенные и несущественные связи, познание способов и принципов получения знаний.

Результаты кандидатского экзамена объявляются устно председателем государственной экзаменационной комиссии по окончании закрытого заседания государственной экзаменационной комиссии, заполнения экзаменационной ведомости, подписания протоколов.