

Приложение 8

УТВЕРЖДЕНО

приказом ФИЦ КазНЦ РАН

22.04.2019 № 17-А

Разработано и рекомендовано к утверждению

Ученым советом - ИММ

обособленного структурного подразделения

ФИЦ КазНЦ РАН

14 марта 2019 г., протокол № 3

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гидродинамика и тепло-массообмен в многофазных средах»

Уровень высшего образования

Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки

01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

Направленность подготовки:

Механика жидкости, газа и плазмы (01.02.05)

Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Учебно-тематический план занятий
6. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации, критерии оценки.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебной деятельности: аудиторские занятия – 0,5 зачетных единиц труда (18 часов), самостоятельная работа – 2 зачетные единицы труда (72 часа), всего – 2,5 зачетных единиц труда (90 часов).

Форма проведения аудиторских занятий – лекции, семинары, консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой итогового контроля является зачет.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

2.1 Универсальные компетенции:

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2).

2.2 Обще-профессиональными компетенциями:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

2.3 Профессиональными компетенциями:

- способность собирать и анализировать мировые научные знания о фундаментальных основах современной механики жидкости, газа и плазмы и формулировать направления самостоятельных исследований (ПК-1);
- владение основами современных методов экспериментальной механики жидкости, газа и плазмы (ПК-2).

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Гидродинамика и тепло-массообмен в многофазных средах» является дисциплиной по выбору и включена в Блок № 1 программы аспирантуры, относящийся к вариативной части основной профессиональной образовательной

программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика. Обучение проводится на втором курсе. Дисциплина направлена на подготовку к кандидатскому экзамену по дисциплине «Механика жидкости, газа и плазмы».

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов теоретической механики, механики сплошных сред, математической физики в рамках магистерской программы образования или специалитета. Владением данными знаниями и умениями устанавливается в ходе вступительных испытаний в аспирантуру.

Аспирант должен обладать навыками самостоятельного освоения изучаемого материала.

В результате освоения дисциплины аспирант должен получить дополнительные знания, умения и навыки. Аспирант должен:

Знать:

- современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности;
- основные дифференциальные уравнения, описывающие гидродинамику и процессы тепло-массообмена в многофазных средах;
- методы проведения научных исследований в области многофазных сред.

Владеть:

- информацией по актуальным вопросам и месте механики многофазных сред в развитии науки и производства;
- методами описания процессов гидродинамики, теплообмена и фазовых переходов;
- методами расчета гидродинамических и теплотехнических процессов в технологическом оборудовании с применением современных достижений цифровой техники и информационных технологий.

Уметь:

- структурировать новую физическую информацию по актуальным вопросам гидродинамики и тепло-массообмена в многофазных средах;
- использовать фундаментальные основы механики многофазных сред при исследованиях по теме выпускной работы.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Введение. Основные положения и понятия многофазных сред. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред. Гомогенные и гетерогенные смеси. Многокомпонентные смеси. Диффузионное приближение. Уравнение неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.

4.2. Перенос количества движения. Уравнения движения гетерогенной среды с

фазовыми переходами. Уравнения сохранения масс, импульса фаз и энергии. Межфазная поверхность. Обратимые и необратимые процессы. Первый и второй закон термодинамики. Основные макроскопические механизмы диссипации. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

4.3. Перенос массы, энергии и импульса. Уравнения движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнения сохранения масс, импульса фаз и энергии. Межфазная поверхность. Обратимые и необратимые процессы. Первый и второй закон термодинамики. Основные макроскопические механизмы диссипации. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

4.4. Межфазное взаимодействие в газожидкостных и газодисперсных потоках. Описание движения частиц, взвешенных в турбулентном потоке. Сила аэродинамического сопротивления, силы Сэффмена, Магнуса, турбофореза. Описание движения среды, несущего частицы. Алгебраические модели, однопараметрические модели, двухпараметрические модели.

4.5. Тепломассообмен. Интенсификация тепло-массообмена. Взаимосвязанные процессы переноса тепло и массы. Обобщенная система дифференциальных уравнений гидродинамики и тепломассопереноса. Теплообмен при фазовых превращениях. Фазовые переходы первого и второго рода. Пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей. Режимы кипения и кризис кипения. Тепло-массообмен при пузырьковом кипении в трубах и каналах, в химически реагирующих потоках.

4.6. Физическое подобие процессов. Методы подобия и размерности в механике многофазных сред. Критерии подобия и их физический смысл. Критериальные формулы для расчета гидродинамических характеристик и теплопередачи. Экспериментальное изучение гидродинамики и тепло-массообмена. Методики проведения экспериментов и обработки результатов.

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование темы	Аудиторные занятия	Самост. работа	Всего часов
4.1.	Введение. Основные положения и понятия многофазных сред	3	12	15
4.2.	Перенос количества движения	3	12	15
4.3.	Перенос массы, энергии и импульса	3	12	15
4.4.	Межфазное взаимодействие в газожидкостных и газодисперсных потоках	3	12	15
4.5.	Тепломассообмен. Интенсификация тепло-массообмена	3	12	15
4.6.	Физическое подобие процессов.	3	12	15
ИТОГО		18	72	90

6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

6.1. Текущий контроль: текущий контроль освоения дисциплины проводится регулярно, начиная со второй недели обучения, в форме контроля посещаемости, устного опроса по изучаемой теме. Формой итогового контроля по дисциплине является зачет. Зачет проводится по вопросам.

Вопросы к итоговому контролю

1. Многофазные среды, основные определения и предположения, понятие многофазного континуума, особенности описания гомогенных и гетерогенных смесей.

2. Структура уравнений движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Термодинамика гетерогенной смеси с фазовыми переходами. Равновесная смесь двух сред. Привести примеры газозвеси и жидкости с пузырьками газа.

3. Перенос массы, энергии и импульса. Законы сохранения. Механизмы переноса тепла.

4. Термодинамика поверхности. Поверхностное натяжение и поверхностное давление.

5. Теплообмен при испарении и конденсации. Теплоотдача при пузырьковом кипении в условиях свободной конвекции. Теплообмен и сопротивление в многофазных средах.

6. Методы подобия и размерности в теории теплообмена. Критерии подобия и их физический смысл. Критериальные формулы для расчета теплоотдачи.

6.2. Критерии оценки итогового контроля:

«зачтено»	Вопрос раскрыт, основные идеи, алгоритмы и подходы изложены.
«не зачтено»	Вопрос не раскрыт или раскрыт частично, основные идеи, алгоритмы и подходы не изложены

При отсутствии оценки «зачтено» обучающийся не допускается к промежуточной аттестации

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Литература

1. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Ч.І.–М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 464с.; Ч.ІІ. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 360с. <http://eqworld.ipmnet.ru>

2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003.-840с. <http://eqworld.ipmnet.ru>.

3. Седов, Л. И. **Механика сплошной среды: учебник для вузов по специальности "Механика" /Л.И. Седов; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова.- СПб.: Лань, Т.2. 2004.-560 с.**

4. Сорокин В.С. Макроскопическая необратимость и энтропия. Введение в термодинамику. – М.: Физматлит, 2005. – 176 с.

5. Бакунин, О.Г. Турбулентность и диффузия. От хаоса к структурам. – М.: Физматлит, 2010. – 235 с.

6. Дадашев Р.Х. Термодинамика поверхностных явлений. – М.: Физматлит, 2007. – 276 с.

7.2. Электронные ресурсы

1. Нигматулин Р.И. Основы механики сплошных сред. Курс лекций для студентов МГУ. 2010. (<http://nigmatulin.ru/faylovyiy-arhiv/2.html>).

2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. В 2-х томах. М.: Наука – Физматлит, 1976. (<http://eqworld.ipmnet.ru/>).

3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1987. (<http://eqworld.ipmnet.ru/>).

4. Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.scopus.com> (Реферативно-поисковая база данных Scopus).

5. Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru>.

6. Электронная платформа издательства SPRINGER - <http://www.springerlink.com>.

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия и консультации, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче кандидатских экзаменов проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки и/или конференц-залы), оборудованных мебелью (столы, стулья), классной доской (меловой), компьютером, проектором для демонстрации презентаций.