

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт естественных наук и математики
Кафедра теоретической и математической физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке

_____ В.В. Кружаев

« ___ » _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ ГАЗА И ПЛАЗМЫ

Рекомендована Учебно-методическим советом Института естественных наук и математики
для направлений подготовки и направленностей:

| Направление | Направленность | Квалификация |
|-----------------------|-------------------------------------|---|
| Математика и механика | Механика жидкости, газа и плазмы | Исследователь. Преподаватель- исследователь |

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

| Код направления | Название направления | Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО | |
|-----------------|-----------------------|---|---------------|
| | | Дата | Номер приказа |
| 01.06.01 | Математика и механика | 30.07.2014 30.07.14 с изменениями от 30.04.2015, приказ № 464 | 866 |

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № | ФИО | Ученая степень, ученое звание | Должность | Кафедра | Подпись |
|---|--------------------------------|-------------------------------|-----------|---------------------------------------|---------|
| 1 | Зубарев Андрей Юрьевич | Дфмн, профессор | Профессор | Теоретической и математической физики | |
| 2 | Александров Дмитрий Валерьевич | Дфмн, профессор | Профессор | Теоретической и математической физики | |

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедр:

| № | Наименование кафедры (УМС) | Дата заседания | Номер протокола | ФИО зав. кафедрой (предс. УМС) | Подпись |
|---|---|----------------|-----------------|--------------------------------|---------|
| 1 | Читающая кафедра – Теоретической и математической физики | 01.07.2017 | №100.089-06/07 | А.О.Иванов | |
| 2 | Выпускающая кафедра – Теоретической и математической физики | 01.07.2017 | №100.089-06/07 | А.О.Иванов | |

Согласовано:

учебно-методическим советом Института естественных наук и математики

Протокол № 1 от «26» сентября 2017 года.

Председатель УМС ИЕНиМ

Е.С. Буянова

Начальник ОПНПК

О.А. Неволина

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика жидкости газа и плазмы

| | |
|----------------------------------|---|
| 1. Пререквизиты | История науки Методология научных исследований Иностранный язык |
| 2. Кореквизиты | - |
| 3. Постреквизиты | ГИА |
| 4. Трудоемкость дисциплины, з.е. | 3 |

1.1. Цели дисциплины

Целями освоения дисциплины являются

- формирование знаний о фундаментальных физических законах и теоретических методов описания гидродинамики суспензий и анизотропных жидкостей;
- обучение математическим методам решения задач гидродинамики ньютоновских и неньютоновских жидкостей

Изучение дисциплины направлено на формирование студентами компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК- 1);
- способность самостоятельно формулировать и решать задачи в области проводимой научно-исследовательской деятельности (ПК-1);
- способностью постановки конкретных задач в области механики сплошных сред и в междисциплинарных областях, а также к последующему их критическому анализу (ПК-2).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные физические законы, определяющие особенности течения анизотропных жидкостей и суспензий;
- основные уравнения гидродинамики и граничные условия к ним;
- основные методы аналитического решения уравнений гидродинамики изотропных и анизотропных жидкостей;
- теоретические методы определения коэффициентов вязкости и вязкоупругости изучаемых сложных жидкостей.

Уметь:

- приближенно определять коэффициенты вязкости и вязкоупругости плотных суспензий, магнитных жидкостей и модельных жидких кристаллов;
- решать уравнения течения этих систем в присутствии и в отсутствии внешнего

ориентирующего поля;

– теоретически определять параметры ориентационного порядка анизотропных жидкостей в состоянии равновесия и гидродинамического течения.

Владеть:

– аналитическими и численными методами решения задач гидродинамики сложных жидкостей.

1.3. Краткое описание дисциплины

Механика жидкости газа и плазмы является классическим разделом прикладной математики и механики сплошных сред. В последние годы быстро растет интерес к механике сложных и анизотропных жидкостей, в частности, жидких кристаллов, магнитных жидкостей, плотных суспензий. Объясняется это широким распространением этих сред в природе и их активным использованием во многих областях практической деятельности. Предлагаемая дисциплина направлена на изучение физических основ и математических методов гидродинамики анизотропных жидкостей (жидких кристаллов и магнитных жидкостей) и плотных суспензий. Предусматривается изучение основных уравнений динамики этих систем, их микроскопический вывод и вычисления фигурирующих в них макроскопических характеристик среды, аналитического и численного решения континуальных уравнений динамики этих жидкостей.

1.4 Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 100% объема аудиторной нагрузки по дисциплине

1.5 Трудоемкость освоения дисциплины

Очная форма обучения

| Виды учебной работы, формы контроля | Всего, час. | Номер учебного семестра |
|--|-------------|-------------------------|
| | | 6 |
| Аудиторные занятия, час. | 4 | 4 |
| Лекции, час. | 4 | 4 |
| Практические занятия, час. | | |
| Лабораторные работы, час. | | |
| Самостоятельная работа студентов, час. | 104 | 104 |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | Э | Э |
| Общая трудоемкость по учебному плану, час. | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость по учебному плану, з.е. | 3 | 3 |

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код раздела | Раздел дисциплины | Содержание* |
|-------------|---|---|
| P1 | Гидромеханика суспензий нейтральных сферических частиц | Сила Стокса. Эффективная вязкость суспензий. Формула Эйнштейна предельно разбавленной суспензии. Формулы Бэтчелора вязкости умеренно-концентрированной суспензии. Эмпирические подходы для определения вязкости плотных суспензий. Формула Френкеля-Акривоса предельно плотной суспензии. Зависимость вязкости суспензии от скорости ее сдвигового течения. |
| P2 | Гидромеханика полярных суспензий | Уравнение вращения частицы в сдвиговом потоке. Момент вязких сил, действующих на частицу. Эффективная вязкость суспензии ферромагнитных частиц. |
| P3 | Основы нематодинамики. | Классы жидких кристаллов. Уравнения Лесли-Эриксона и Франка. Вязкости Месовича. Вид тензора макроскопических напряжения через моменты функции распределения по ориентациям частиц нематика. Уравнение Фоккера-Планка, приближенные методы его решения. Выражения для коэффициентов Лесли. |

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ (по очной форме обучения)

Семестр обучения: 6

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

| Раздел дисциплины | | Аудиторная нагрузка (час.) | Виды, количество и объемы мероприятий | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|-------------------------------|---|--------|----------------------|---------------------|---------------------|--------|--------------|---|---|------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|---|---|------------------------------|---|---|---------------------|-------------|-------------------------------|---|
| | | | Подготовка к аудиторным занятиям (час.) | | | | | | | | Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.) | | | | | | Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.) | | | | | | | | |
| Код раздела, темы | Наименование раздела, темы | Всего по разделу, теме (час.) | Аудиторная нагрузка (час.) | | Практические занятия | | Лабораторные работы | | Всего (час.) | Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.) | | | | | | Всего (час.) | Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.) | | | | | | | | |
| | | | Всего | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Всего | Лекции | | Лабораторные работы | Н/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы | Домашняя работа* | Графическая работа* | Реферат, эссе, творч. работа* | Инд. или групповой проект* | | Перевод инояз. литературы* | Расчетная работа, разработка программного продукта* | Расчетно-графическая работа* | Курсовая работа / Междисц. курсовая работа* | Курсовой проект / Междисц. курсовой проект* | Контрольная работа* | Коллоквиум* | Зачет* (при наличии экзамена) | Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена) |
| P1 | Гидромеханика суспензий нейтральных сферических частиц | 26 | 1 | 1 | | | 25 | 15 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P2 | Гидромеханика полярных суспензий | 31 | 1 | 1 | | | 30 | 20 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P3 | Основы неметодинамики. | 33 | 2 | 2 | | | 31 | 11 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Всего по дисциплине (час.): | | 108 | 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | |

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1.Лабораторный

не предусмотрено

4.2.Практические

не предусмотрено

4.3.Самостоятельная работа студентов

4.3.1. *Примерный перечень тем рефератов*

4.3.2. *Перечень тем домашних работ*

4.3.3. *Примерный перечень тем контрольных работ*

Не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ*

Не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

не предусмотрено

4.3.6. *Примерная тематика коллоквиумов*

Не предусмотрено

4.3.7. *Примерная тематика курсовых проектов работ*

Гипертермический эффект в системах ферромагнитных частиц анизотропной формы

4.4.Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине

1. Вывод формулы Стокса для силы взаимодействия частицы с потоком вязкой жидкости.
2. Вывод формулы Эйнштейна эффективной вязкости разбавленных суспензий
3. Вывод формулы Адамара-Рыбинского для силы взаимодействия малой капли с потоком вязкой жидкости
4. Вывод формулы Тейлора эффективной вязкости эмульсий.
5. Теория Бэтчелора седиментации взаимодействующих частиц.
6. Теория Бэтчелора эффективной вязкости суспензий взаимодействующих частиц.
7. Теория Френкеля-Акривоса эффективной вязкости сильно концентрированной суспензии
8. Метод ячеек в теории эффективной вязкости суспензий.
9. Эффективная вязкость разбавленной суспензии ферромагнитных частиц.
10. Реологические свойства магнитных суспензий с цепочечными агрегатами.
11. Уравнения Лесли-Эриксена феноменологической нематодинамики.
12. Уравнения Франка упругой деформации нематиков.
13. Течения Месовича
14. Эффект Фредерикса.

15. Уравнение динамики и Фоккера-Планка для анизотропной частицы в вязкой жидкости.
16. Уравнение Фоккера-Планка для ориентационной функции распределения в полуразбавленной суспензии анизотропных частиц. Теория трубок Дои-Эдвардса.
17. Методы решения уравнения Фоккера-Планка в теории Дои-Эдвардса.
18. Метод среднего поля решения уравнений динамики полярной броуновской частицы. Вязкоупругие свойства этой суспензии

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Рекомендуемая литература

5.1.1 Основная литература

1. Александров Д. В., Зубарев А. Ю., Исакова Л. Ю., Введение в гидродинамику, УрФУ, 2012
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Механика сплошных сред (или Гидродинамика) (любое издание).
3. Зубарев А.Ю., Елфимова Е.А., Исакова Л.Ю., Континуальные модели процессов переноса в биофизике. УрГУ, 2009

5.1.2. Дополнительная литература

1. Кристенсен Р. Введение в механику композитов. М.: Мир, 1982
2. Покровский В.Н., Статистическая механика разбавленных суспензий. М.Наука, 1978
3. Хаппель Дж., Бреннер Г. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса. М.: Мир, 1976.
4. Де Жен, П.Ж. Физика жидких кристаллов. М.Мир, 1977
5. Чандрасекар, Жидкие кристаллы. М.Мир, 1980.
6. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р., Статистическая физика макромолекул, М.Наука, 1989.
7. Гидродинамическое взаимодействие частиц в суспензиях (сб. статей). М.Мир. 1980.
8. Дой М., Эдвардс С. Динамическая теория полимеров. М.: Мир, 1998.

6. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аспиранты кафедры теоретической и математической физики обеспечены специальными помещениями для проведения занятий:

- лекционного типа с наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей) (общейинститутские лекционные аудитории, кафедральная ауд. 602);

- занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (общейинститутские аудитории и вычислительные центры, кафедральная ауд.602);

7. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

| Номер листа изменений | Номер протокола заседания кафедры | Дата заседания кафедры | Всего листов в документе | Подпись ответственного за внесение изменений |
|------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Оглавление

| | | |
|------|---|---|
| 1 | ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ | 3 |
| | Механика жидкости газа и плазмы | 3 |
| 1.1. | Цели дисциплины | 3 |
| 1.2. | Требования к результатам освоения дисциплины | 3 |
| 1.3. | Краткое описание дисциплины | 4 |
| 1.5 | Трудоемкость освоения дисциплины..... | 4 |
| 2 | СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 5 |
| 3 | РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ..... | 6 |
| 4 | ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 7 |
| 5. | УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 6 |
| 6. | УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 8 |
| 7. | ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ | 9 |