

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

Институт естественных наук и математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
А.В. Германенко

20__ г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры Механика жидкости, газа и плазмы	Код ПА 1.1.9.
Группа специальностей Математика и механика	Код 1.1.
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение
1	Александров Дмитрий Валерьевич	Д.ф.-м.н., профессор	профессор	Кафедра теоретической и математической физики Института естественных наук и математики
2	Зубарев Андрей Юрьевич	Д.ф.-м.н., профессор	профессор	Кафедра теоретической и математической физики Института естественных наук и математики

Рекомендовано:

Учебно-методическим советом института естественных наук и математики

Председатель учебно-методического совета ИЕНиМ
Протокол № 5 от 17.05.2022 г.


Е.С. Буянова

Согласовано:

Начальник ОПНПК


Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Специальная дисциплина «Механика жидкости, газа и плазмы» способствует освоению основных профессиональных компетенций и их компонентов и направлена на 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.

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.

1.2. Язык реализации дисциплины - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Механика жидкости, газа и плазмы» относится к базовой части программы аспирантуры, направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума.

В результате освоения дисциплины аспирант 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 (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками работы с научной литературой и базами данных с целью определения направления исследования и решения специализированных задач;
- навыками научной коммуникации;
- аналитическими и численными методами решения задач гидродинамики сложных жидкостей;

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	1	104
5.	Промежуточная аттестация	Экзамен	1	Экзамен, 18
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	5	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Гидромеханика суспензий нейтральных сферических частиц. <i>Лекции 1 час; самостоятельная работа аспиранта, 25 часов.</i>	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.
2	Гидромеханика суспензий нейтральных сферических частиц. <i>Лекции 1 час; самостоятельная работа аспиранта, 30 часов.</i>	Уравнение вращения частицы в сдвиговом потоке. Момент вязких сил, действующих на частицу. Эффективная вязкость суспензии ферромагнитных частиц.
РЗ	Основы нематодинамики. <i>Лекции 2 часа; самостоятельная работа аспиранта, 31 час.</i>	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. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

не предусмотрено

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)

Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
----------------------------	--	--	--

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

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-Эриксона 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.

5.2. Методические разработки

Не используются

5.3. Программное обеспечение

1. Microsoft office (Word, Excel, Power point);
2. Adobe Reader X
3. ChemOffice 2010
4. Isis Draw (Version 2.5)
5. Mercury (Version 2.4.5)
6. AutoDock (Version 1.5)
7. MestReNova (Version 6.0.2)
8. Open Babel (Version 2.3.1)
9. Avogadro (Version 1.0.3)
10. RasMol (Version 2.7.5.2)
11. Jmol (Version 12.0.45)
12. MiKTeX (<https://miktex.org>)

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;
2. Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;
3. Scopus: <http://www.scopus.com>;
4. Reaxys: <http://reaxys.com>;
5. SciFinder <https://scifinder.cas.org>
6. Espacenet <https://ru.espacenet.com>
7. РИНЦ <https://www.elibrary.ru>
8. Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>;
9. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>;

5.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>;
2. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>;
3. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>;
4. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>;
5. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>;
6. Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Уральский федеральный университет имеет материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации программы аспирантуры, обеспечения дисциплин (модулей), научно-исследовательской работы и практик, в соответствии с требованиями к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению направленности программы.