

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет
Кафедра

базовой подготовки
высшей математики и естественных наук



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе
Д.В.Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительные методы в механике сплошных сред
(наименование дисциплины)

1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы
(шифры научных специальностей, наименование научных специальностей)

Квалификация

-

Форма обучения

очная

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Гидродинамика дисперсных сред» является систематизация и интегрирование ранее полученных знаний применительно к принципам динамических расчетов математических моделей гидромашин, систем гидро- и пневмоприводов и гидропневмоавтоматики различных машин и аппаратов.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение современного состояния развития гидро- и пневмоприводов, ознакомление с устройствами современных гидро- и пневмоприводов в энергетическом машиностроении и методами их проектирования;
- овладение методами динамического расчета расчета гидро- и пневмоприводов различного назначения;
- изучение методов анализа динамических характеристик гидро- и пневмоприводов. Дисциплина закладывает теоретическую основу умения выполнять динамические расчеты гидравлических и пневматических систем, анализировать частотные характеристики, позволяет освоить практические навыки расчета корректирующих устройств для получения заданных характеристик гидравлических и пневматических систем, познакомиться с особенностями работы следящих гидравлических и пневматических систем.
- обобщение и анализ информации, а также выбор цели и путей ее достижения;
- определение и обеспечение эффективных режимов технологического процесса по заданной методике;
- планирование экспериментальных исследований;
- выполнение экспериментальных исследований по заданной методике, обработка результатов экспериментов.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина «Гидродинамика дисперсных сред» относится к элективным дисциплинам блока 2 «Образовательный компонент» образовательной программы.

Дисциплина реализуется кафедрой высшей математики и естественных наук.

Основывается на базе дисциплин, изученных в результате освоения предшествующих программ бакалавриата, специалитета и магистратуры.

Является основой для изучения следующих дисциплин: педагогическая практика, производственная практика (научно-исследовательская работа), научная деятельность аспиранта, направленная на выполнение диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, подготовка публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, а также направлена на формирование компетенций по способности использовать знания в различных сферах жизнедеятельности, способности к изучению и анализу исследовательской деятельности, способности к научно-методическому сопровождению исследовательской деятельности, способности к ведению преподавательской деятельности.

Дисциплина читается на 1 курсе. Форма промежуточной аттестации – дифференциальный зачет.

3 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ч.), практические (36 ч.) занятия и самостоятельная работа (72 ч.).

Самостоятельная работа аспиранта включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к дифференциальному зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1– Распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч.
		1
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа аспирантов, в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание	18	18
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	12	12
Подготовка к экзамену	15	15
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (Д/З)	Д/З	Д/З
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

4 Содержание дисциплины

Дисциплина разбита на 6 тем:

- тема 1 (Основные силы, действующие на включение);
- тема 2 (Динамика включения под действием силы Стокса и гравитации.);
- тема 3 (Динамика несжимаемого включения в несжимаемом флюиде);
- тема 4 (Динамика сжимаемого включения в сжимаемом флюиде);
- тема 5 (Стоксов режим с учетом силы Бассе-Буссинеска.);
- тема 6 (Нестоксов режим обтекания включения.);

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов представлены в таблице 2.

.

Таблица 2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1-й семестр							
1	Основные силы, действующие на включение	Силы в однородном волновом поле скорости флюида. Режимы обтекания включения. Стоксов режим. Нестоксов режим. Система уравнений динамики включения. Исследование дрейфа включения на основе системы уравнений динамики. Прямое моделирование дрейфа включения.	6	Система уравнений динамики включения. Прямое моделирование дрейфа включения.	6	-	-
2	Динамика включения под действием силы Стокса и гравитации	Разгон включения в однородном потоке. Динамика осаждения и всплытия включения под действием сил Стокса, тяжести и Архимеда. Колебания включения под действием силы Стокса в однородном синусоидальном поле. Численное изучение стоксова дрейфа в стоячей волне. Аналитическое изучение стоксова дрейфа включения в стоячей волне. Метод Боголюбова-Митропольского и метод Ван-дер-Поля осреднения дифференциальных уравнений, описывающих механические системы. Левитация и затопление включения в вертикальной стоячей волне. Динамика включения под действием силы Стокса в бегущей волне.	6	Численное изучение стоксова дрейфа в стоячей волне. Аналитическое изучение стоксова дрейфа включения в стоячей волне.	6	-	-
3	Динамика несжимаемого включения в	Динамика несжимаемого включения в несжимаемом флюиде с учетом сил Стокса, Архимеда, присоединенных масс	6	Динамика несжимаемого включения в несжимаемом флюиде с учетом сил	6	-	-

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкос ть в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкос ть в ак.ч.	Тема лабораторны х занятий	Трудоем кость в ак.ч.
	несжимаемом флюиде	и гравитации. Инерционный режим обтекания включения. Суперпозиция стокового и инерционного виброускорений. Дрейф в стоячей волне без учета сжимаемости и сил поверхностного натяжения.		Стокса, Архимеда, присоединенных масс и гравитации.			
4	Динамика сжимаемого включения в сжимаемом флюиде	Динамика сжимаемого включения в сжимаемом флюиде с учетом сил Стокса, Архимеда, сил присоединенных масс и сил поверхностного натяжения. Колебания включения в однородном синусоидальном волновом поле. Дрейф включения в поле стоячей волны.	6	Колебания включения в однородном синусоидальном волновом поле.	6	-	-
5	Стоксов режим с учетом силы Бассе-Буссинеска	Стоксов режим с учетом силы Бассе-Буссинеска. Разгон включения в вязком флюиде. Динамика включения при больших числах Струхала.	6	Стоксов режим с учетом силы Бассе-Буссинеска.	6	-	-
6	Нестоксов режим обтекания включения	Нестоксов режим обтекания включения. Разгон включения в однородном потоке при больших числах Рейнольдса. Осаждение включения при больших числах Рейнольдса. Уравнения динамики включения Дрейф в однородном периодическом поле. Влияние чисел Рейнольдса и Струхала на направление волновой силы, действующей на включение в стоячей синусоидальной волне	6	Разгон и осаждение включения при больших числах Рейнольдса.	6	-	-
Всего аудиторных часов за 1-й семестр			36		36	-	

5 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://dontu.ru/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Всего по текущей работе аспирант может набрать 100 баллов, в том числе:

- за выполнение практического задания согласно таблице 2 рабочей программы (по выбору аспиранта) – всего 40 баллов;
- за выполнение домашнего задания – всего 60 баллов.

Дифференциальный зачет проставляется автоматически, если аспирант набрал в течение курса не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Дифференциальный зачет по дисциплине «Гидродинамика дисперсных сред» проводится по результатам работы за курс. В случае, если полученная сумма баллов не устраивает аспиранта, во время промежуточной аттестации аспирант имеет право повысить итоговую оценку в форме устного собеседования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 3.

Таблица 3–Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
1-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

5.2 Домашнее задание

Домашнее задание №1 «Создание геометрического плоского и трехмерного объекта, представляющего собой область течения»:

- 1) Знакомство с панелью инструментов препроцессора GAMBIT.

- 2) Создание плоских геометрических объектов.
- 3) Создание трехмерных объектов.
- 4) Создание структурированной разностной сетки.
- 5) Задание начальных и граничных условий.

Домашнее задание №2 «Динамический расчет и получение основных гидродинамических характеристик течения»:

- 1) Подготовка, настройка и запуск модуля FLUENT;
- 2) Постпроцессор для анализа и визуализации расчетов;
- 3) Течение и теплообмен в каналах.
- 4) Течение в пограничных слоях
- 5) Численное исследование сходимости приближенного решения

5.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

5.4 Перечень вопросов и заданий для подготовки к дифференциальному зачету

- 1) Что называют дисперсной частицей?
- 2) Что называют несущей средой?
- 3) Перечислить основные гидродинамические силы, действующие на дисперсную частицу в несущей среде.
- 4) Сила вязкого сопротивления, действующая на сферическую дисперсную частицу в потоке. Записать закон Стокса для силы сопротивления этой частицы.
- 5) Записать формулу для силы вязкого сопротивления при больших скоростях (закон Ньютона).
- 6) Что выражает относительное число Рейнольдса для дисперсной частицы?
- 7) Как называется режим обтекания сферы при малых числах Рейнольдса?
- 8) При каких числах Рейнольдса сила Стокса доминирует над прочими гидродинамическими силами?
- 9) Как зависит сила вязкого сопротивления сферы от относительной скорости флюида при малых и больших числах Рейнольдса?
- 10) Как зависит сила вязкого сопротивления сферы от радиуса частицы при малых и больших числах Рейнольдса?
- 11) При каком движении дисперсной частицы возникает сила

присоединенных масс? Когда она отсутствует? На какую величину эта сила увеличивает кажущуюся массу дисперсной частицы?

12) Как зависит сила присоединенных масс от относительной скорости и ускорения частицы?

13) Формула статической силы Архимеда, действующая на дисперсную частицу) Как эта сила зависит от скорости флюида?

14) Формула динамической силы Архимеда, действующая на дисперсную частицу. Зависит ли эта сила от скорости или ускорения флюида?

15) Как статическая и динамические силы Архимеда зависят от радиуса частицы?

16) Физический смысл силы Бассэ. Что определяет величину силы Бассэ, относительная скорость или ускорение частицы? Когда эта сила велика, а когда мала. Можно ли вводить силу Бассэ для идеальной жидкости? Как эта сила зависит от радиуса частицы?

17) Что такое сила Магнуса? От чего она зависит: от радиуса сферы и скорости ее вращения, от плотности и относительной скорости флюида?

18) Какие силы доминируют для частиц большого радиуса?

19) Записать уравнения движения дисперсной частицы с учетом силы Стокса и получить уравнение Ланжевена.

20) Проинтегрировать уравнение Ланжевена и получить закон движения дисперсной частицы.

21) Записать формулу для времени релаксации дисперсной частицы.

22) Тормозной путь частицы и его связь со временем релаксации.

23) Физический смысл времени релаксации. Как оно зависит от плотности и радиуса частицы, вязкости флюида?

24) Записать уравнения осаждения частицы под действием веса частицы, статической силы Архимеда и силы Стокса. Проинтегрировать это уравнение и получить предельную скорости осаждения.

25) Объяснить теорию вискозиметра.

26) Записать уравнения осаждения частицы под действием веса частицы и силы Ньютона.

27) Проинтегрировать уравнение и получить предельную скорость осаждения.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Шиляев М.И. Моделирование гидродинамики и тепломассообмена в дисперсных средах : монография / М.И.Шиляев, Е.М.Хромова, А.Р.Богомолов. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 249с.
<https://znanium.ru/catalog/document?id=416574> (дата обращения: 16.04.2024)

Дополнительная 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> (дата обращения: 21.06.2024).

2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003.-840с.
<http://eqworld.ipmnet.ru> (дата обращения: 21.06.2024).

3. Лайтхилл М. Дж. Нелинейная теория распространения волн. М.: Мир, 1970 <http://eqworld.ipmnet.ru> (дата обращения: 21.06.2024).

4. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний (2-е изд.). М.: Наука, 1974
<http://eqworld.ipmnet.ru> (дата обращения: 21.06.2024).

5. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений, том 1 (2-е изд.). М.: Физматлит, 1962 <http://eqworld.ipmnet.ru> (дата обращения: 21.06.2024).

6.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

6. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://www.fgosvo.ru/>

7. Сайт Национального фонда профессиональных квалификаций (НФПК) <http://univer.ntf.ru/p82aa1.html>

8. Сайт Проекта 5/100 <https://5top100.ru/>
9. Сайт опорных университетов <http://опорныйуниверситет.рф/>
10. Сайты ведущих университетов РФ

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГТ ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Кабинет курсового и дипломного проектирования стол компьютерный – 1 шт., учебный ПК (монитор + системный блок),	ауд. <u>305</u> корп. <u>шестой</u>

Лист согласования РПД

Разработал

доцент

(должность)



(подпись)

А.А.Бревнов

(Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой

высшей математики и естественных наук

(наименование кафедры)



(подпись)

Д.А.Мельничук

(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры от 26.08.2024г.

Согласовано

Заведующий аспирантурой



(подпись)

М.А. Филатов

(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра



(подпись)

О.А.Коваленко

(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	