

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

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

по образовательной программе высшего образования – программе
подготовки научных кадров высшей квалификации в аспирантуре

1.1. Математика и механика
(код и группа научных специальностей)

1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы
(шифр научной специальности)

Рассмотрено и одобрено на заседании
кафедры ВМиЕН,

Протокол №1 от 26.08.2024

И.о.заведующего кафедрой ВМиЕН

 Д.А.Мельничук

Одобрено Ученым советом факультета
базовой подготовки

Протокол № 1 от 30.08.2024

Декан факультета

 Н.А. Горовая

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

1 КИНЕМАТИКА СПЛОШНЫХ СРЕД

1.1 Два способа задания положения и движения сплошной среды (подходы Лагранжа и Эйлера). Линии, поверхности и трубки течения.

1.2 Распределение скоростей в элементарном объеме сплошной среды. 1-я теорема Гельмгольца.

1.3 Деформационное движение жидкости. Тензор скоростей деформации, кинематическое значение его компонент, главные оси. Запись тензора скоростей деформации в декартовой и цилиндрической системах координат.

1.4 Вектор вихря скорости. Вторая теорема Гельмгольца и теорема Стокса.

1.5 Ускорение частицы сплошной среды. Локальное, конвективное и полное ускорение. Представление ускорения в декартовой и цилиндрической системах координат.

2 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ И СИЛЫ В СПЛОШНЫХ СРЕДАХ

2.1 Закон сохранения массы в сплошной среде. Уравнение неразрывности.

2.2 Распределение сил в сплошной среде. Объемные и поверхностные силы. Тензор напряжений и его свойства. Запись тензора напряжений в декартовой и цилиндрической системах координат.

3 ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

3.1 Теорема об изменении количества движения (теорема импульсов). Уравнение движения сплошной среды в напряжениях.

3.2 Теорема об изменении кинетической энергии и общий закон сохранения энергии в сплошной среде. Мощность внутренних сил.

3.3 Перенос физической величины потоком среды через поверхность и ее связь с производной по времени от интеграла этой величины, взятого по подвижному объему.

3.4 Равновесие несжимаемой жидкости, закон Архимеда. Равновесие равномерно вращающейся несжимаемой жидкости, центрифугирование твердых частиц.

4 ДИНАМИКА ИДЕАЛЬНОЙ СРЕДЫ

4.1 Уравнение Эйлера, запись в векторной форме, в декартовых и цилиндрических координатах.

4.2 Уравнения Громеки-Ламба и Гельмгольца-Фридмана.

4.3 Теорема Бернулли. Уравнение Бернулли.

4.4 Адиабатические отношения между температурой и плотностью. Параметры торможения. Скорость звука в сжимаемой среде.

5 ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

5.1 Реологическое уравнение ньютоновской вязкой жидкости. Динамический и кинематический коэффициенты молекулярной вязкости. Тензор напряжений в вязкой жидкости, запись в инвариантной (векторной) форме и в декартовых и цилиндрических координатах.

5.2 Уравнение Навье-Стокса. Запись в векторной форме, в декартовой и цилиндрической системах координат.

5.3 Сходство течений вязкой несжимаемой жидкости. Критерии сходства динамических и теплообменных процессов в вязкой жидкости.

5.4 Основы теории размерностей. Пи-теорема.

5.5 Диссипация механической энергии в потоке вязкой жидкости.

5.6 Диффузия тепла и вещества в вязкой несжимаемой жидкости.

5.7 Ламинарное течение жидкости в трубе. Распределение скорости и закон сопротивления.

6 ГИДРОДИНАМИКА ТЕЧЕНИЯ КУЭТТА-ТЕЙЛОРА

6.1 Установившееся ламинарное течение между вращающимися соосными цилиндрами.

6.2 Устойчивость кругового течения Куэтта. Проявление центробежной неустойчивости.

6.3 Режимы течения жидкости между внутренним и неподвижным внешним соосными цилиндрами.

6.4 Влияние вынужденного осевого и вынужденного радиального течений на грань возникновения вторичных (макровихровых) течений.

7 ЛАМИНАРНЫЙ СЛОЙ В НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

7.1 Понятие пограничного слоя. Уравнение Прандтля. Явление отрыва.

7.2 Развитие пограничного слоя на плоской пластине.

7.3 Толщина пограничного слоя. Толщины вытеснения и потери импульса. Формпараметр пограничного слоя.

7.4 Понятие и уравнение теплового пограничного слоя. Связь между уравнениями движения и теплопередачи в пограничном слое. Аналогия Рейнольдса.

8 ПЕРЕХОД ЛАМИНАРНОЙ ФОРМЫ ТЕЧЕНИЯ В ТУРБУЛЕНТНУЮ

8.1 Физика и основные стадии процесса ламинарно-турбулентного перехода на плоской пластине.

8.2 Влияние различных факторов (градиент давления, кривизна поверхности, отсасывание жидкости) на ламинарно-турбулентный переход.

8.3 Переход к турбулентности в потоках внутри труб. Граница перехода и факторы, влияющие на нее.

9 ОБЩИЕ СВОЙСТВА ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ

9.1 Подход Рейнольдса к изучению турбулентных течений. Уравнение усредненного турбулентного движения. Тензор турбулентных напряжений.

9.2 Гипотеза Буссинеска и ее использование при замыкании уравнений Рейнольдса.

9.3 Теория "пути перемешивания" Прандтля.

9.4 Каскадный механизм отбора, передачи и рассеивания энергии в турбулентных потоках. Гипотеза Колмогорова. Характерны масштабы турбулентности.

10 ТУРБУЛЕНТНЫЙ ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ В НЕСЖИМАЕМОЙ

ЖИДКОСТИ

10.1 Структура турбулентного пограничного слоя. Универсальные пристеночные координаты.

10.2 Двухслойная схема пристеночной турбулентности. Логарифмический профиль скоростей.

10.3 Влияние кривизны поверхности, шероховатости, отсоса и вдува жидкости на турбулентный пограничный слой.

10.4 Свободная турбулентность. Затопленные струи.

11 ОСНОВЫ ДИНАМИКИ ПЛАЗМЫ

11.1 Основные понятия электродинамики. Уравнение Максвелла в пустоте.

11.2 Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками.

11.3 Взаимодействие магнитного поля с телами с учетом поляризации и намагничивания.

11.4 Уравнения магнитной гидродинамики.

Перечень использованных источников:

1. Доманский И.В. Механика жидкости и газа: учебное пособие для вузов / И.В.Доманский, В.А. Некрасов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 140 с.: ил.
2. Моргунов К.П. Механика жидкости и газа: учебное пособие для вузов / К.П.Моргунов. –4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 208 с.: ил.
3. Чефанов В.М. Основы технической механики жидкости и газа: учебное пособие / В.М.Чефанов. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 452 с.: ил
4. Людвиг, Прандтль Гидроаэромеханика / Прандтль Людвиг ; перевод Г. А. Вольперт. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 572 с.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Учебник для вузов. — 7-е изд., испр. — М.: Дрофа, 2003. — 840 с, 311 ил., 22 табл. — (Классики отечественной науки). — ISBN 5-7107-6327-6 .
6. Зезин, В.Г. 3-475 Механика жидкости и газа: учебное пособие / В.Г. Зезин. – Че лябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 250 с.
7. Механика жидкости и газа / [С.И. Аверин, А.Н. Минаев, В.С. Швыдкий, Ю.Г. Ярошенко] ; под ред. А.Н. Минаева . — М. : Металлургия, 1987 . — 303с. : ил..
8. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Механика" / Л.Г. Лойцянский . — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1987 . — 840 с. : ил..
9. Чаплыгин, С.А. Избранные труды. Механика жидкости и газа. Математика. Общая механика. / С.А. Чаплыгин . — М. : Наука, 1976 . — 496 с. : ил. + прил.
10. Батурин, О.В. Б Расчет течений жидкостей и газов с помощью универсального программного комплекса Fluent [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ О.В. Батурин, Н.В. Батурин, В.Н. Матвеев – Самара: Изд во Самар.

гос. аэрокосм. ун-та, 2009. - 151с.: ил.

11. Финкельштейн, З.Л. Гидравлика и гидропривод (краткий курс): Учеб. пособие / З.Л. Финкельштейн, В.Г. Чебан. – Алчевск : ДГМИ, 2002. – 165с.

12. Гейер, В.Г. Гидравлика и гидропривод: Учебник для вузов / В.Г. Гейер, В.С. Дулин, А.Н. Заря. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1991. – 331с.

13. Башта, Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем / Т.М. Башта. - М. : Машиностроение, 1974г, 605с.

14. Башта, Т.М. Машиностроительная гидравлика / Т.М. Башта. - М. : Машиностроение, 1971. – 672с.

15. Анисимов, А.В. Динамика гидросистем: учебное пособие [Электронный ресурс] / Кондрашев В.Л., Лиходед К.А., Шошиашвили М.Э. – Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2021. -131 с.

16. Быков, В.В. Исследовательское проектирование в машиностроении: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / В.В. Быков, В.П. Быков. – М.: Машиностроение, 2011. – 256 с.

17. Попов Д. Н. Гидромеханика : учебник для вузов / Попов Д. Н., Панайотти С. С., Рябинин М. В. ; ред. Попов Д. Н. - 2-е изд., стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 382 с. : ил. - (Механика в техническом университете : в 8 т.

18. Бутаев Д. А. Сборник задач по гидравлике для технических вузов : учебное пособие для вузов / Бутаев Д. А., Калмыкова З. А., Подвидз Л. Г. [и др.] ; ред. Куколевский И. И., Подвидз Л. Г. - 6-е изд. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 486 с. : ил.

19. Шабловский А. С. Выполнение домашних заданий и курсовых работ по дисциплине "Механика жидкости и газа" : учеб. пособие : в 2 ч. / Шабловский А. С. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. Ч. 1 : Гидростатика. - 2012. - 69 с. : ил.

20. Шабловский А. С. Выполнение домашних заданий и курсовых работ по дисциплине "Механика жидкости и газа" : учеб. пособие : в 2 ч. / Шабловский А. С. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. Ч. 2 : Гидродинамика. - 2012. - 65 с. : ил.

21. Андрижиевский, А. А. Механика жидкости и газа : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по техническим и технологическим специальностям / А. А. Андрижиевский. – Минск : БГТУ, 2014. – 203 с.