

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 базовой подготовки
Кафедра высшей математики и естественных наук



УТВЕРЖДАЮ

И.О. Проректора по учебной работе
Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидроаэромеханика
(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 «Гидроаэромеханика» является получение знаний о законах движения жидкостей и газов, приобретение умений и навыков решения прикладных вопросов гидроаэромеханики для объектов нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Задачи изучения дисциплины:

- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цель и выбирать пути ее достижения;
- самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности;
- использовать информационные технологии в своей предметной области;
- определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса по заданной методике;
- планировать экспериментальные исследования;
- выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты – экспериментов;
- выполнять типовые расчеты в области гидромеханики и гидравлики.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина «Гидроаэромеханика» относится к обязательным 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 4 курсе. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ч.), практические (18 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 экзамену.

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

Таблица 1– Распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч.
		4
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
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 – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак.ч.	108
	з.е.	3

4 Содержание дисциплины

Дисциплина разбита на 9 тем:

- тема 1 (Предмет и методы гидроаэромеханики. Общие свойства и строение несжимаемой жидкости);
- тема 2 (Основное уравнение статики атмосферы. Дифференциальные уравнения покоящейся жидкости. Понятие потенциальной функции);
- тема 3 (Уравнение равновесия жидкости в однородном поле силы тяжести. Потенциальная энергия жидкости. Потенциальный напор);
- тема 4 (Простейшие гидравлические машины. Равновесие плавающих тел);
- тема 5 (Дифференциальные уравнения движения для идеальной жидкости. Потенциал скорости. Потенциальное движение жидкости);
- тема 6 (Уравнение неразрывности движущейся жидкости для установившегося движения. Уравнение несжимаемости движущейся жидкости в дифференциальной форме);
- тема 7 (Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли);
- тема 8 (Два режима движения реальной жидкости. Понятие о теории гидродинамического пограничного слоя);
- тема 9 (Фильтрация жидкости через пористую среду. Кривая депрессии).

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 курс							
1	Предмет и методы гидроаэромеханики. Общие свойства и строение несжимаемой жидкости	Предмет и методы гидроаэромеханики. Общие свойства и строение несжимаемой жидкости. Понятие реальной и идеальной жидкости. Силы, действующие на жидкость. Сжимаемые жидкости и их свойства. Внешние и внутренние силы, действующие в газах.	2	Сжимаемые жидкости и их свойства. Внешние и внутренние силы, действующие в газах	2	-	-
2	Основное уравнение статики атмосферы.	Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение статики атмосферы. Дифференциальные уравнения покоящейся жидкости. Понятие потенциальной функции	2	Основное уравнение статики атмосферы. Дифференциальные уравнения покоящейся жидкости. Понятие потенциальной функции	2	-	-
3	Уравнение равновесия жидкости в однородном поле силы тяжести.	Уравнение равновесия жидкости в однородном поле силы тяжести. Потенциальная энергия жидкости. Потенциальный напор	2	Уравнение равновесия жидкости в однородном поле силы тяжести. Потенциальная энергия жидкости. Потенциальный напор	2	-	-
4	Простейшие гидравлические машины.	Сила гидростатического давления, действующая на плоскую фигуру любой формы. Положение центра давления. Простейшие гидравлические машины. Равновесие плавающих тел.	2	Сила гидростатического давления, действующая на плоские прямоугольные фигуры	2	-	-

№ 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.
5	Дифференциальные уравнения движения для идеальной жидкости.	Дифференциальные уравнения движения для идеальной жидкости. Потенциал скорости. Потенциальное движение жидкости	2	Дифференциальные уравнения движения для идеальной жидкости. Потенциал скорости. Потенциальное движение жидкости	2	-	-
6	Уравнение неразрывности движущейся жидкости	Уравнение неразрывности движущейся жидкости для установившегося движения. Уравнение несжимаемости движущейся жидкости в дифференциальной форме	2	Уравнение неразрывности движущейся жидкости для установившегося движения. Уравнение несжимаемости движущейся жидкости в дифференциальной форме	2	-	-
7	Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли	Жидкая частица и методы описания движения; поле скоростей и виды скоростей движения; основные уравнения гидромеханики; явления турбулентности; открытые потоки и водосливы; неустановившееся движение в открытых водостоках; законы фильтрации	2	Полный напор для целого потока. Уравнение Бернулли для целого потока реальной жидкости при установившемся движении	2	-	-

№ 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.
8	Два режима движения реальной жидкости. Понятие о теории гидродинамического пограничного слоя	Уравнения движения газа; связь градиента давления и ветровых характеристик; расчетная и буревая скорость ветра; число М; звуковые волны; моделирование сжимаемых потоков; теория турбулентности; атмосферные процессы; пограничный слой	2	Два режима движения реальной жидкости. Понятие о теории гидродинамического пограничного слоя	2	-	-
9	Фильтрация жидкости через пористую среду.	Фильтрация жидкости через пористую среду. Кривая депрессии	2	Фильтрация жидкости через пористую среду. Кривая депрессии	2	-	-
Всего аудиторных часов за 1-й курс			18		18	-	

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.

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

Экзамен по дисциплине «Гидроаэромеханика» 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

5.2 Домашнее задание

Домашнее задание №1 «Определение расхода жидкости в дросселе на основе экспериментальных исследований»:

- 1) определение режимов движения жидкости;
- 2) изучение способа измерения расхода воды по величине падения давления на мерной диафрагме;
- 3) экспериментальное исследование течения по трубопроводу;
- 4) построение напорной и пьезометрической линий трубопровода и определение коэффициентов сопротивления сужения и расширения потоков;
- 5) определение коэффициентов местных гидравлических сопротивлений.

Домашнее задание №2 «Определение потерь давления в трубопроводах и каналах»:

- 1) основные положения гидравлического расчета;
- 2) расчет падения напора и гидравлического сопротивления;
- 3) расчет потерь давления.

Домашнее задание №3 «Методы решения систем дифференциальных уравнений, описывающих динамику гидропневмосистем»:

- 1) применение операционного исчисления и переход к передаточным функциям.
- 2) численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
- 3) явные и неявные методы интегрирования.
- 4) методы решения уравнений в частных производных.

5.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

5.4 Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену

1. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).
- 2) Решение систем "жестких" уравнений.
- 3) Численное решение нелинейных уравнений методом итераций.
- 4) Численное решение нелинейных уравнений методом Ньютона (одномерный и многомерный случаи).
- 5) Аппроксимация нелинейных характеристик
- 6) Ламинарный пограничный слой. Теорема Бернулли. Уравнения движения жидкости в пограничном слое.
- 7) Асимптотический пограничный слой на пластинке. Определение поля скоростей жидкости с помощью рядов, сходимость, устойчивость.
- 8) Приближенные методы решения уравнений пограничного слоя. Метод Кармана – Польгаузена.
- 9) Устойчивость движения в ламинарном пограничном слое.

- 10) Уравнения Рейнольдса для смазочного слоя.
- 11) Дифференциальное уравнение для давления в слое.
- 12) Слой смазки между наклонными пластинами. Решение уравнения Рейнольдса для скользящей опоры методом сращиваемых асимптотических разложений.
- 13) Вывод уравнения тепловой конвекции. Механическое равновесие.
- 14) Конвективное движение в плоском вертикальном слое.
- 15) Численные методы решения задачи об устойчивости стационарных течений (методы Галеркина, Рунге – Кутта).
- 16) Конвективные пограничные слои. Приближенные итерационные методы решения.
- 17) Аналитические решения уравнения Орра – Зоммерфельда (асимптотические методы).
- 18) Численные методы решения уравнения Орра – Зоммерфельда (пошагового интегрирования, Галеркина, конечных разностей).
- 19) Основные конечно-разностные формулы; полиномиальная аппроксимация.
- 20) Численная неустойчивость. Анализ устойчивости.
- 21) Идеальная жидкость.
- 22) Уравнение Бернулли. Поток импульса.
- 23) Моделирование тензора вязких напряжений.
- 24) Уравнение Навье - Стокса.
- 25) Решение задач о стационарных течениях вязкой жидкости (Куэтта, Пуазейля, колебательные движения).
- 26) Постановка задачи об устойчивости стационарных течений. Метод малых возмущений.
- 27) Методы решения уравнения Орра – Зоммерфельда (пошагового интегрирования, Галеркина, конечных разностей, асимптотический).
- 28) Устойчивость течений в каналах и пограничных слоях.
- 29) Приближенные методы решения уравнений пограничного слоя. Метод Кармана – Польгаузена.
- 30) Слой смазки между наклонными пластинами. Решение уравнения Рейнольдса для скользящей опоры методом сращиваемых асимптотических разложений.
- 31) Численные методы решения задачи об устойчивости стационарных течений (методы Галеркина, Рунге – Кутта).
- 32) Конвективные пограничные слои. Приближенные итерационные методы решения.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Людвиг, Прандтль Гидроаэромеханика / Прандтль Людвиг ; перевод Г. А. Вольперт. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 572 с. — ISBN 978-5-4344-0787-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92037.html> (дата обращения: 16.04.2024).

Дополнительная литература

1. 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. (9 экз.)

2. 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.. (3 экз.)

3. Чаплыгин, С.А. Избранные труды. Механика жидкости и газа. Математика. Общая механика. / С.А. Чаплыгин . — М. : Наука, 1976 . — 496 с. : ил. + прил. (2 экз.)

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)



А.А.Бревнов
(Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой
высшей математики и естественных наук
(наименование кафедры)



Д.А.Мельничук
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры от 26.08.2024г.

Согласовано

Заведующий аспирантурой



М.А. Филатов
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра



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	