

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**КАФЕДРА ФИЗИКИ НЕРАВНОВЕСНЫХ ПРОЦЕССОВ МЕТРОЛОГИИ И
ЭКОЛОГИИ им. И.Л. ПОВХА**

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Турбулентные течения в инженерных приложениях»

название учебной дисциплины

Направление подготовки: 16.04.01 Техническая физика

Магистерская программа:

Образовательная программа: академическая магистратура

Квалификация: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана физико - технического

факультета

подпись

С.А. Фоменко

«17» апреля 2020 г.

МП



Программа учебной дисциплины «Турбулентные течения в инженерных приложениях» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «21» ноября 2014 г. № 1486;

на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики (ГОС ВПО ДНР) направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «16» мая 2019 г. №640;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы магистратуры, направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха

Симоненко А.П.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха

Протокол №17 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

Белоусов В.В.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии физико-технического факультета

Котенко В.Н.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Турбулентные течения в инженерных приложениях» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин.

Для успешного освоения учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и владения, сформированные предшествующими дисциплинами образовательной программы бакалавриата: «Процессы переноса в сплошных средах».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении данной учебной дисциплины, необходимы для успешного освоения последующих дисциплин: «Основы прикладной магнитной гидродинамики», «Вычислительные технологии и численные методы решения задач тепло- и массопереноса», «Процессы теплопередачи в технических устройствах», «Методы экспериментальных исследований в гидроаэродинамике и теплофизике», «Модели абиотических компонент экосистемы», а также для успешного выполнения выпускной квалификационной работы и прохождения итоговой государственной аттестации.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе		
	ОСО*	СПО (сокр.) *	ОСО*	СПО (сокр.) *	ВПО (сокр.) *
Уровень высшего профессионального образования					
Образовательный уровень	Магистр				
Направления подготовки	16.04.01 «Техническая физика»				
Профили подготовки	Современные проблемы турбулентных течений и тепло-массопереноса в технических приложениях				
Количество содержательных модулей (тем)	4 (9)				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы ¹	Дисциплина вариативной части профессионального блока дисциплин				
Формы контроля	Экзамен в 1. семестре				
Показатели	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе		
	ОСО*	СПО (сокр.) *	ОСО*	СПО (сокр.) *	ВПО (сокр.) *
Год начала подготовки	2020	–	2020	–	–
Семестр	3	–	3	–	–
Количество зачетных единиц (кредитов)	5	–	5	–	–
Количество часов, в т.ч.	180	–	180	–	–
- лекционных	28	–	6	–	–
- практических	28	–	6	–	–
- лабораторных	-	–	–	–	–
- самостоятельной работы	124	–	168	–	–
в т.ч. индивидуальное задание	–	–	–	–	–
Недельное количество часов, в т.ч.	13	–	13	–	–
аудиторных	4	–	–	–	–

Примечание: * - ОСО - общее среднее образование, СПО - среднее профессиональное образование, ВПО - высшее профессиональное образование,

¹ - в соответствии с ООП (основной образовательной программой).

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины: обладание магистрантами:

- 1) знаний основных закономерностей нестационарных и установившихся турбулентных течений;
- 2) способов получения уравнений Рейнольдса и тензора турбулентных напряжений
- 3) приемов численного моделирования турбулентности на основе алгебраических моделей, с использованием модельных уравнений переноса вторых моментов турбулентной энергии и скорости ее диссипации, на основе моделей переноса турбулентных напряжений применительно к течениям в соплах, вихревых камерах, трубах, в пограничных слоях при обтекании тел различной конфигурации, в температурно-стратифицированных средах, при вынужденной и свободной конвекции, при горении и др. природных и технологических явлениях.

Основная задача дисциплины: формирование у специалиста:

основы знаний и умений для инженерных расчетов турбулентных течений с помощью уравнений движений, неразрывности, теплопроводности, диффузии для осредненных гидродинамических полей скоростей, температуры и концентраций без привлечения уравнений для моментов турбулентных характеристик, а также сложных методов с привлечением уравнения турбулентной энергии, потоков импульса и тепла, которые интенсивно развиваются в последние годы.

Требования к результатам освоения дисциплины: формирование компетенций

-общекультурных (ОК):

способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-2);

-общепрофессиональных (ОПК):

способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук (ОПК-2);

- профессиональных (ПК):

- способность и готовность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5);
- способность и готовность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств (ПК-6).

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- основные закономерности нестационарных и установившихся турбулентных течений;
- способы получения уравнений Рейнольдса и тензора турбулентных напряжений;
- модели переноса турбулентных напряжений применительно к течениям в соплах, вихревых камерах, трубах, в пограничных слоях при обтекании тел различной конфигурации, в температурно-стратифицированных средах, при вынужденной и свободной конвекции, при горении и др. природных и технологических явлениях;

уметь:

- проводить численное моделирование турбулентности на основе алгебраических моделей, с использованием модельных уравнений переноса вторых моментов турбулентной энергии и скорости ее диссипации;

- проводить экспериментальные исследования характеристик турбулентных течений жидкости и газа;

владеть:

- основами инженерных расчетов турбулентных течений с помощью уравнений движений, неразрывности, теплопроводности, диффузии для осредненных гидродинамических полей скоростей, температуры и концентрации
- навыками экспериментального исследования характеристик турбулентных течений жидкости и газа.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

4.1. Тематический план дисциплины

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Проблемы турбулентности	<i>Содержательный модуль 1</i>
1.1. Проблемы турбулентности	Турбулентное трение и переходный режим течения. Лобовое сопротивление и отрыв. Распространение и смещение. Структура и подобие. Затухание и случайные процессы. Дисперсия и диффузия. Турбулентность и инженер.
1.2. Эксперименты и их анализ	Измерение средних характеристик. Визуализация течения. Датчики для измерения пульсационных характеристик. Проволочный термоанемометр. Измерительная система. Корреляции и масштабы. Спектральный анализ. Нормирование корреляционной и спектральной функций.
Течения в каналах	<i>Содержательный модуль 2</i>
2.1. Теоретические основы	Турбулентность течений в каналах. Процессы переноса. Законы сохранения. Простые теоретические модели. Установление масштабов напряжений в уравнении энергии.
2.2. Трение и расход	Пристеночный слой. Течение в гладких трубах Проблемы, связанные с шероховатостью. Асимметричные параллельно-струйные течения. Вторичные течения. Открытые каналы. Системы каналов
2.3. Тепло- и массоперенос	Аналогии процессов переноса. Анализ размерностей и подобие. Скорости переноса в трубе. Течения с изменяющимися границами. Течения вблизи проницаемых поверхностей
Развивающиеся течения	<i>Содержательный модуль 3</i>
3.1. Теоретические основы	Тонкослойные развивающиеся течения. Уравнения для пограничных слоев и других тонкослойных течений. Методы анализа
3.2. Свободная турбулентность	Методы теории подобия. Автомодельные течения. Профили средней скорости. Процессы переноса. Влияние внешнего течения и границ
3.3. Пограничные слои	Слой с постоянным давлением. Слои с неравномерным внешним течением. Процессы переноса. Переходный режим. Отрыв. Другие пристеночные течения
Сложные течения	<i>Содержательный модуль 4</i>
4.1. Сложные течения	Основные уравнения переноса. Модели турбулентного течения

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																							
	Очная форма						Заочная форма																	
							на базе общего среднего образования						на базе среднего профессионального образования					на базе высшего профессионального образования						
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа	
Проблемы турбулентности	Содержательный модуль 1																							
1.1. Проблемы турбулентности	14	2	2		10																			
1.2. Эксперименты и их анализ	30	2		18	10																			
Течения в каналах	Содержательный модуль 2																							
2.1. Теоретические основы	16	2	4		10																			
2.2. Трение и расход	14	2	2		10																			
2.3. Тепло- и массоперенос	14	2	2		10																			
Развивающиеся течения	Содержательный модуль 3																							
3.1. Теоретические основы	14	2	2		10																			
3.2. Свободная турбулентность	14	2	2		10																			
3.3. Пограничные слои	14	2	2		10																			
Сложные течения	Содержательный модуль 3																							
4.1. Сложные течения	14	2	2		10																			

6. Темы семинарских занятий

Семинарские занятия не предусмотрены

7. Темы практических занятий.

Проблемы турбулентности
Течения в каналах
Развивающиеся течения
Сложные течения

8. Темы лабораторных занятий.

Датчики для измерения пульсационных характеристик.
Проволочный термоанемометр.
Измерительные системы.
Спектральный анализ

9. Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов по курсу предусматривает:

- систематическое посещение лекционных занятий, ведение конспекта лекций;
- повседневное изучение лекционного материала и содержания технической литературы, рекомендуемые этой программой и рабочим учебным планом;
- добросовестную подготовку к лабораторным занятиям;
- своевременное и качественное оформление отчётов по лабораторным работам.

10. Индивидуальные задания.

Индивидуальные задания не предусмотрены

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

12. Образец экзаменационного билета



Минобрнауки ДНР
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине: «Турбулентные течения в инженерных приложениях»

Содержание билета

1. Турбулентность течений в каналах. Процессы переноса.
2. Датчики для измерения пульсационных характеристик.

3.

Составил: _____ /
«___» _____ 20__ г.

/ Утверждаю:
Зав.кафедрой: _____ /

13. Образец тестового задания (при наличии)

Тестовые задания не предусмотрены.

14. Критерии оценивания (разрабатываются и утверждаются кафедрой)

Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	По шкале ECTS	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет, зачёт)	Определение
90–100	A	«Отлично» (5) (зачтено)	отлично – отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80–89	B	«Хорошо» (4) (зачтено)	хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75–79	C		хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70–74	D	«Удовлетворительно» (3) (зачтено)	удовлетворительно – неплохо, но со значительным количеством недостатков
60–69	E		достаточно – выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной аттестации (2) (не зачтено)	неудовлетворительно – надо поработать над тем, как получить положительную оценку
0–34	F	2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Турбулентные течения в инженерных приложениях» включает в себя зачетный модуль и итоговый контроль (экзамен). Зачётный модуль состоит из выполнения и защиты практических и лабораторных работ, а так же самостоятельной работы, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объёме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

Зачётные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль	Блок самостоятельных работ: Практических Лабораторных	30
	Контрольная работа	20
Итоговый контроль	Экзамен	50
Общий итог		100

На модульном контроле (контрольной работе) студент имеет возможность получить 20 баллов. За правильно, качественно и в установленные сроки выполненные практические задания и лабораторные работы студент может получить 30 баллов.

На итоговом контроле студент имеет возможность получить 50 баллов, ответив правильно на 2 теоретических вопроса, указанных в экзаменационных билетах.

Оценка за овладение студентами материала курса выставляется по следующим принципам:

- Оценку «отлично» заслуживает студент, который обнаружил глубокие знания при ответах на теоретические вопросы по темам курса, а также выполнил практические задания в полном объёме, написал модульный контроль и в сумме набрал более 90 баллов.
- Оценку «хорошо» заслуживает студент, сделавший ошибки в теоретических или практических ответах, которые могут быть интерпретированы как малосущественные для вопросов, которые рассматривались. Студент должен набрать более 75 баллов.
- Оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, который выполнил задания неполно и с ошибками, но при этом набрал 60 и более баллов.
- Оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, который не выполнил большинства теоретических и практических задач и набрал менее 60 баллов.

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

1. Аэродинамические стенды и трубы с информационно-измерительной системой (лаборатории №№ 0005, 0007, 0010, 0011 и 0239).
2. Компьютерные классы №№ 0231, 0232.
3. Лекционные аудитории №№ 0011 а и 0249.

Все виды учебных занятий проводятся в аудиториях, снабжённых интерактивными средствами показа. В образовательном процессе для чтения лекций и проведения практических занятий используются редакторы Word и Power Point, а для проведения расчётов на лабораторных работах и при выполнении курсовых работ также редактор Excel. Эти средства позволяют усилить наглядность излагаемого материала, увеличить скорость проводимых расчётов, а также получить дополнительную практику в использовании компьютеров.

16. Рекомендованная литература

Основная:

1. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. 2-е изд., доп. / И.Л. Повх. - М.-Л.: изд-во "Машиностроение", 1976. – 504 с.
2. Рейнольдс А.Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях: Пер. с англ. / М.: Энергия, 1979. – 408 с.

Дополнительная

1. Хинце И.О. Турбулентность: Её механизм и теория / И.О. Хинце. – М.: Физматгиз, 1963. – 680 с.
2. Монин А.С. Статистическая гидромеханика: Теория турбулентности / А.С. Монин, А.М. Яглом. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 695 с.
3. Кочин Н.Е. Теоретическая гидромеханика. Ч.1 / Н.Е. Кочин, И.А. Кибель, Н.В. Розе. – М.: Физматгиз, 1963. – 584 с.
4. Биркгоф Г. Струи, следы и каверны / Г. Биркгоф, Э. Сарантонелло. – М.: Мир, 1964. – 467 с.
5. Брэдшоу П. Введение в турбулентность и её измерение / П. Брэдшоу. – М.: Мир, 1974. – 280 с.
6. Белов И.А. Моделирование турбулентных течений / И.А. Белов, С.А. Исаев. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т., 2001. 108 с.
7. Уилкинсон У.Л. Неньютоновские жидкости. Гидромеханика, перемешивание и теплообмен : Пер. с англ. / У.Л. Уилкинсон. – М.: Мир, 1964. – 216 с.
8. Титов И.А. Ходкость быстроходных судов / И.А. Титов, И.Т. Егоров, В.Ф. Дробленков. – Л.: Судостроение, 1979. – 256 с.

17. Программное обеспечение (при наличии)

- Пакет Math Soft Mathcad – для моделирования процессов и систем, проведения расчетов
- Пакет Microsoft Visio – для выполнения схем и рисунков
- Свободный математический пакет Sci Lab – для проведения расчетов
- Пакет Microsoft PowerPoint – для подготовки и демонстрации презентаций