

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

физико-технический факультет

название факультета

кафедра физики неравновесных процессов, метрологии и экологии

название кафедры

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы прикладной магнитной гидродинамики

название учебной дисциплины

Направление подготовки:

16.04.01 Техническая физика

шифр, название направления

Профиль подготовки:

название профиля

Образовательная программа:

Квалификация:

магистр

выписать из ГОС ВПО

Форма обучения:

очная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана физико-технического факультета



Фоменко С.А.

подпись

«17»

апреля

2020 г.

М.П.

Программа учебной дисциплины Основы прикладной магнитной гидродинамики
название дисциплины

составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 16 мая 2019 г. № 640; Порядка организации учебного процесса

с 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 высшего профессионального образования направления подготовки 16.04.01 Техническая физика

разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

профессор кафедры ФНПМЭ им. И.Л. Повха, д.т.н.

Болонов Н.И.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры: физики неравновесных процессов, метрологии и экологии имени 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 «Основы прикладной магнитной гидродинамики» 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: «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. Нормативные ссылки.

Учебно-методические материалы разработаны в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и Основной образовательной программы по направлению подготовки 16.04.01 «Техническая физика».

3. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	16.04.01 Техническая физика.	
Магистерская программа	Техническая физика	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	Магистр	
Количество содержательных модулей	3	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Дисциплина вариативной части образовательной программы	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	4
Год подготовки	2020	2020
Семестр	2	2
Количество часов	144	144
- лекционных	28	4
- практических, семинарских	28	4
- лабораторных	—	—
- самостоятельной работы	88	136
в т.ч. индивидуальное задание	—	—
Недельное количество часов,	10	10
в т.ч. аудиторных	4	

4. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

Цель изучения дисциплины: обладание магистрантами:

- 1) знаний общие вопросы теории магнитной гидродинамики, основных закономерностей нестационарных и установившихся турбулентных МГД-течений;
- 2) знаний методов привязки МГД устройств для металлургии к технологическим линиям, дана классификация основных устройств, расчета, проектирования и оптимизации существующих конструкций МГД устройств

Основная задача дисциплины: формирование у специалиста: основы знаний и умений для инженерных расчетов турбулентных МГД=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 МГД=течений;
- * способы получения уравнений Рейнольдса и тензора турбулентных напряжений;
- * применение МГД-устройств в основных технологических процессах.;

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.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

5.1. Тематический план дисциплины

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
1. Введение в магнитную гидродинамику	Содержательный модуль 1
1.1. Основы магнитной гидродинамики	Определение магнитной гидродинамики. Уравнения магнитной гидродинамики. Физическое подобие и размерность. Критерии подобия магнитной гидродинамики. Экстремальные области магнитной гидродинамики. Пути поиска новых явлений

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
1.2. Магнитогидродинамические течения проводящих жидких сред в плоских каналах	Решение уравнений магнитной гидродинамики для некоторых течений с прямыми линиями тока. Гидравлические характеристики течения Гартмана. Режимы работы магнитогидродинамического (МГД) канала. Бегущее магнитное поле в магнитогидродинамическом канале. Обтекание тел проводящей жидкостью в магнитном поле. Пограничный слой в магнитной гидродинамике. Приложение метода теории размерности к оценке толщины пограничного слоя. Уравнение Прандтля для магнитной гидродинамики. Течение вдоль пластины. Отрыв пограничного слоя. Вязкое ядро в осесимметричном течении при больших числах Стюарта.
1.3 Турбулентность при течении жидких металлов в магнитном поле	Экспериментальные и теоретические факты, положившие начало учению о турбулентности. Законы распределения скоростей для гладкой и шероховатой труб. Законы сопротивления для гладких и шероховатых труб. Уравнение движения в отсутствии магнитного поля. Неустойчивость ламинарных магнитогидродинамических течений и переход к турбулентности. Плоский гладкий непроводящий канал в поперечном магнитном поле (течение Гартмана). Осесимметричное и плоское течение в продольном поле. Профили скорости. Уравнение Рейнольдса в магнитном поле и полуэмпирические теории турбулентности. Явление диффузии магнитного поля. Теорема Валена. Волны Альфвена..
2. Техническое применение МГД устройств в металлургии	Содержательный модуль 2
2.1. Классификация и область применения МГД устройств для металлургии	Применение МГД технологий в литейном производстве. Принцип действия индукционных МГД-устройств. Конструктивные особенности линейных индукционных машин. Рафинирование алюминиевых расплавов в ковшах. Электромагнитные перемешиватели расплавов в печах и миксерах. Дозирование жидкого металла при помощи МГД – насосов.
2.2. Транспортировка, разливка и дозирование жидкого металла	Механизм образования бегущего магнитного поля. Транспортирование жидкого металла. Применение МГД – насосов. МГД - насосы индукционного типа. Индукционные насосы с вращающимся магнитным полем. Индукционные насосы с бегущим электромагнитным полем. Расчет и проектирование плоских линейных индукционных машин (ЛИМ).
3. Специальные разделы магнитной гидродинамики	Содержательный модуль 3
3.1. Магнитная гидродинамика и атомная энергетика.	Теоретические предпосылки. Постановка эксперимента. Термоэлектрические токи, текущие внутри первого контура реактора БН-600. Критические МГД режимы в объеме жидкого металла первого контура перспективных атомных реакторов большой мощности. Волны Альфвена и генерация колебаний магнитного поля в реакторе на быстрых нейтронах с жидкометаллическим. Теплоносителем. Итоги измерений на «холодном» и «горячем» реакторе. Моделирование в лабораторных условиях МГД - явлений, происходящих в реакторе.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
3.2. Физика плазмы в магнитогидродинамическом приближении	<p>Определение плазмы. Плазма в природе и лабораторных условиях. Квазинейтральность плазмы. Ленгмюровская частота. Ток в слабоионизированном газе. Ток в сильноионизированном газе (ток в плазме). Проводимость плазмы в магнитном поле. Траектории частиц в плазме. Магнитный момент свободного движения заряженной частицы в магнитном поле. Диамагнетизм плазмы. Дрейф заряженных частиц. Вывод общей формулы скорости дрейфа. Электрический дрейф. Дрейф в неоднородном магнитном поле. Градиентный дрейф. Центробежный дрейф. Поляризационный дрейф. Гравитационный дрейф.</p>

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																				
	Очная форма						Заочная форма														
	всего	в т.ч.										всего	в т.ч.								
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа							лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа				
1. Введение в магнитную гидродинамику	Содержательный модуль 1																				
1.1. Основы магнитной гидродинамики	14	4	4	-	12																
1.2. Магнитогидродинамические течения проводящих жидких сред в плоских каналах	30	4	4	-	12																
1.3 Турбулентность при течении жидких металлов в магнитном поле		4	4	-	12																
2. Техническое применение МГД устройств в металлургии	Содержательный модуль 2																				
2.1. Классификация и область применения МГД устройств для металлургии	16	4	4	-	12																
2.2. Транспортировка, разливка и дозирование жидкого металла	14	4	4	-	12																
3. Специальные разделы магнитной гидродинамики	Содержательный модуль 3																				
3.1. Магнитная гидродинамика и атомная энергетика.	14	4	4	-	14																
3.2. Физика плазмы в магнитогидродинамическом приближении	14	4	4	-	14																
Всего по дисциплине	144	28	28	-	88								144	4	4		136				

6. ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Семинарские занятия не предусмотрены

7. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.

Пограничный слой в магнитной гидродинамике.

Плоский гладкий непроводящий канал в поперечном магнитном поле (течение Гартмана).

Уравнение Рейнольдса в магнитном поле и полуэмпирические теории турбулентности.

Моделирование в лабораторных условиях МГД - явлений, происходящих в реакторе.

Применение МГД технологий в литейном производстве.

Ток в сильноионизированном газе (ток в плазме).

Моделирование в лабораторных условиях МГД - явлений, происходящих в реакторе.

Критические МГД режимы в объеме жидкого металла первого контура перспективных атомных реакторов большой мощности.

8. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ.

Лабораторные занятия не предусмотрены

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 практическим занятиям;

10. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.

Индивидуальные задания не предусмотрены

11. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Физическое подобие и размерность. Критерии подобия магнитной гидродинамики.
2. Гидравлические характеристики течения Гартмана.
3. Пограничный слой в магнитной гидродинамике.
4. Уравнение Прандтля для магнитной гидродинамики.
5. Плоский гладкий непроводящий канал в поперечном магнитном поле (течение Гартмана).
6. Уравнение Рейнольдса в магнитном поле и полуэмпирические теории турбулентности.
7. Применение МГД технологий в литейном производстве.
8. Явление диффузии магнитного поля.

12. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА



Минобрнауки ДНР

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине: «Турбулентные течения в инженерных приложениях»

Содержание билета

1. Уравнение Рейнольдса в магнитном поле и полуэмпирические теории турбулентности.
2. Применение МГД технологий в литейном производстве.

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	15
	Контрольная работа	35
Итоговый контроль	Экзамен	50
Общий итог		100

На модульном контроле (контрольной работе) студент имеет возможность получить 35 баллов. За правильно, качественно и в установленные сроки выполненные практических заданий студент может получить 1530 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. Компьютерные классы №№ 0231,0232.
2. 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. Прикладная магнитная гидродинамика: Учебное пособие по теоретическому курсу/ Под ред. В.Н. Тимофеева, Е.А. Головенко – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2007.
3. Куликовский А.Г., Любимов Г.А. К90 Магнитная гидродинамика. - М.: Логос, 2005. - 328 с:

Дополнительная

1. Тамм, И.Е. Основы теории электричества М.: Наука, 1976. - 616 с.
2. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Гостехиздат, 1951.
3. Кирко И.М. Жидкий металл в электромагнитном поле. М.; Л.: Энергия, 1964. - 160 с.
4. Брановер Г. Г. Турбулентные магнитогидродинамические течения в трубах. Рига: Зинатне, 1967. - 208 с.
5. Кирко И.М., Кирко Г.Е. Магнитная гидродинамика. Современное видение проблем. - М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевский Институт компьютерных исследований, 2009. - 632 с.
6. Брановер Г. Г., Цинобер А.Б. Магнитная гидродинамика несжимаемых сред. М.: Наука, 1970. - 390 с.
7. Янтовский Е. И., Толмач И.М. Магнитогидродинамические генераторы. М.: Наука, 1972. - 424 с.
8. Усынин Г. Б., Карабасов А. С., Чирков В. А. Оптимизационные модели реакторов на быстрых нейтронах. М.: Атомиздат, 1981. - 232 с.

9. Рейнольдс А.Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях: Пер. с англ. / М.: Энергия, 1979. – 408 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