

Министерство науки и высшего образования РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.2.2 МАГНИТНАЯ ГИДРОГАЗОДИНАМИКА И ДИНАМИКА ПЛАЗМЫ
(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

01.06.01 -- математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)
(указывается код и наименование направления подготовки)

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы
(указывается наименование направленности)

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная, заочная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: зачет

(Зачет / Дифференцированный зачет / Экзамен)


Санкт-Петербург, 2018

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

01.06.01 Математика и механика


Программу составили: кафедра А9 "Плазмогазодинамика и теплотехника"

Емельянов В.Н., зав. каф., д.т.н., проф. 

Тетерина И.В., доц., к.т.н. 

Эксперт(ы): *Заместитель начальника проектного отдела АО ЦКБ МТ «Рубин»,
г.т.и. Сухоручков А.А.* 

Программа рассмотрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы А9 "Плазмогазодинамика и теплотехника", протокол № _____ от «___» _____ 2018 г.

Заведующий кафедрой, д.т.н., проф.  Емельянов В.Н./

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) 01.00.00 Математика и механика, протокол № _____ от «___» _____ 2018 г.

Председатель УМК по УГНиСП, д.ф.-м.н., проф.  /Соколов Е.И./

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 10 2018 г.

Директор библиотеки  /Сесина Н.В./

1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю),

В дисциплине ставится задачей изложить теоретические основы электродинамики плазмы как особого состояния вещества. Отличительной особенностью описания состояния плазмы по сравнению с нейтральным газом является появление новых параметров состояния и новых уравнений, определяющих эти состояния.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общих для направления компетенций:

способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью самостоятельно работать в среде современных пакетов вычислительного моделирования (CAD, CAE системы) при решении задач научных исследований в области механики жидкости, газа и плазмы, и готовностью к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного эксперимента (ПК-1).

- способностью собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области науки и техники, способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений механики жидкости газа и плазмы в своей научно-исследовательской деятельности (ПК-5);

В результате освоения дисциплины аспиранты будут

знать:

общие понятия о характере движения сплошной среды с учетом электрических и магнитных сил, представления об основных подходах описания процессов магнитной гидрогазодинамики, общие понятия о плазме и закономерности плазмообразования и характеристиках процесса переноса.

уметь:

использовать полученные теоретические знания при решении исследовательских и практических задач;

владеть:

современными методами и подходами проведения исследований и расчетов плазмодинамических процессов.

3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

Распределение трудоемкости учебной работы в таблицах представлено для очной и заочной форм обучения в аспирантуре в следующем формате:

число акад. часов для очной формы / число акад. часов для заочной формы.

3.1 Виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час
Аудиторные занятия, в том числе:	18/4
Лекционные занятия (ЛЗ)	18/4
Самостоятельная работа (СР), в том числе:	54/68
Выполнение отдельных исследовательских заданий (ИЗ)	12/12
Всего:	72/72

3.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							ИЗ
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Элементы электродинамики. Электромагнитное поле. Интегральная и дифференциальная форма уравнений электродинамики. Уравнения Максвелла. Электрическое поле в диэлектриках и магнетиках. Некоторые электрические	9/9	2/0					4/6	3/3

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)						ИЗ	
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К		СР
	приближения механики сплошной среды. Магнитная гидродинамика. Условия применимости гидродинамического описания. Ток в магнитной гидродинамике. Многожидкостная магнитная гидродинамика. Магнитные гидродинамика и газодинамика. Релятивистская и нерелятивистская гидродинамика. Система уравнений идеальной магнитогидродинамики. Термодинамические величины и уравнения состояния. Теплоемкость. Система уравнений идеальной магнитной гидродинамики в дифференциальной форме. Магнитогидродинамические волны. Ударные волны в магнитогидродинамике. Стационарные магнитогидродинамические течения. Граничные условия на твердой стенке. Течения в каналах. Течение Гартмана.								
7	Раздел 7. Течение в скрещенных магнитных полях. Стационарное одномерное течение невязкого и нетеплопроводного газа в скрещенных магнитных полях.	4/4	2/0					2/4	
8	Раздел 8. Рабочие процессы электроракетных двигателей.	8/8	2/0					6/8	
	Итого:	72/72	18/4					42/68	
								12/12	

Примечание: ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия работа, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся;

3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов	Литература
Раздел I. Элементы электродинамики.	1	Электромагнитное поле. Интегральная и дифференциальная форма уравнений электродинамики. Уравнения Максвелла.	2/0	1,3,6

		волны в магнитогидродинамике. Стационарные магнитогидродинамические течения. Граничные условия на твердой стенке. Течения в каналах. Течение Гартмана.		
Раздел 7. Течение в скрещенных магнитных полях.	8	Стационарное одномерное течение невязкого и нетеплопроводного газа в скрещенных магнитных полях.	2/0	1
Раздел 8. Рабочие процессы электроракетных двигателей.	9	Устройство, основы конструкции и функционирования электроракетных двигателей	2/0	1,4
Итого:			18/4	

Программой дисциплины практические / семинарские / лабораторные занятия/ не предусмотрены.

4. Перечень заданий для самостоятельной работы

Таблица 7

Задания	Срок выдачи (№ недели)	Срок сдачи (№ недели)	Номера разделов дисциплины (модуля)
Выполнение отдельных исследовательских заданий	2	4	1
Выполнение отдельных исследовательских заданий	4	8	2
Выполнение отдельных исследовательских заданий	6	12	3
Выполнение отдельных исследовательских заданий	10	16	6

5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме зачета.

5.1 Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица 8

Вид контрольного мероприятия	Наименование	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№№ разделов)
------------------------------	--------------	----------------------------	------------------------------------

12. Законы сохранения в магнитной гидродинамике. Закон сохранения массы. Особенности релятивистского описания. Интегральная и дифференциальная форма.
13. Законы сохранения в магнитной гидродинамике. Закон изменения количества движения (закон баланса импульса). Тензор плотности потока импульса. Магнитогидродинамические напряжения. Особенности релятивистского описания. Интегральная и дифференциальная форма.
14. Электромагнитные законы сохранения. Закон сохранения энергии (уравнение баланса энергии). Интегральная и дифференциальная форма.
15. Законы сохранения в магнитной гидродинамике. Законы отсутствия магнитных зарядов. Закон сохранения магнитного потока. Интегральная и дифференциальная форма.
16. Уравнения магнитной гидродинамики. Напряжения, обусловленные магнитным полем. Магнитная вязкость. Система уравнений магнитной гидродинамики.
17. Простейшие интегралы уравнений магнитной гидродинамики. Уравнение, аналогичное уравнению Бернулли.
18. Дебаевская экранировка в плазме. Энергия кулоновского взаимодействия частиц в плазме.
19. Элементарные процессы в плазме. Ионизация электронами. Тройная рекомбинация. Фотоионизация. Фоторекомбинация. Корональное равновесие.
20. Движение частиц в электрическом и магнитном поле. Дрейфовое приближение. Электрический градиентный и центробежный дрейфы.
21. Релаксация импульса энергии в плазме. Динамика установления равновесной функции распределения. Выравнивание электронной и ионной температуры. Проводимость плазмы. Убегание электронов.
22. Магнитогидродинамическое течение в магнитных трубках. Квазиодномерное приближение.
23. Квазиодномерная модель ускорения плазмы в поперечном магнитном поле.
24. Магнитные поля в космической физике.
25. Плазма как состояние вещества. Параметры состояния плазмы. Степень ионизации вещества. Энтальпийная диаграмма состояния плазмы.
26. Способы получения плазмы. Электропроводность плазмы. Поведение плазмы в магнитном поле.
27. Равновесный состав плазмы. Формула Саха. Теорема Дюгема и её значение при анализе равновесного состава плазмы.
28. Особенности состояния плазмы в электрическом поле. Неизотермичность плазмы. Факторы, влияющие на неизотермичность плазмы.
29. Физические основы «безмашинного» преобразования теплоты в электрическую энергию. Физическая модель МГД генератора. Электропроводность плазмы в магнитном поле.
30. Критерии подобия процессов магнитной гидродинамики. Математическая модель МГД генератора. Формирование условий однозначности её решения.
31. Математическая модель МГД генератора. Анализ результатов её решения. Влияние доли легко ионизирующейся добавки на мощность МГД генератора.
32. Физические основы ОКГ (лазера). Устройство и принцип возникновения лазерного излучения в плазмодинамическом лазере. Газо- и электродинамические аспекты ПДЛ.
33. Инверсия заселённости возбуждённых уровней активной среды, находящейся в плазменном состоянии. Условия возникновения и способы создания активной среды плазмодинамических ОКГ.
34. Газодинамические и молекулярно-кинетические процессы, заложенные в основу плазмодинамического лазера. Требования к характерным размерам сопла ПДЛ.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература:

Таблица 9

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1	К. В. Брушлинский	Математические и вычислительные задачи магнитной газодинамики	М. : БИНОМ. Лаборатория знаний	2009
2	Б. М. Смирнов.	Свойства газоразрядной плазмы	СПб. : Изд-во Политехн. ун-та	2010

6.2 Дополнительная литература:

Таблица 10

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
3	Ю.П.Райзер	Физика газового разряда. Учебное руководство.	М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит, 1987. 592 с.	1987
4	В.В. Сахин	Термодинамика энергетических систем: Учебное пособие. Кн. 2.	Балт. гос. техн. ун-т. СПб., 2006. 132 с.	2006
5	Г.М. Жинжиков, А.П. Курышев, В.В. Сахин и др. Под ред. Г.А. Лукьянова.	Прикладная физическая механика: лабораторный практикум. Часть 1	Ленингр. мех. ин-т, Л. 1990. 95 с.	1990
6	Л.А. Вулис	Теория и расчёт магнитоплазмодинамических течений.	М., 1971, 326 с.	1971
7	О.Д. Артамонов, В.И. Кислов, В.В. Сахин и др.	Прикладная физическая механика: лабораторный практикум. Часть 2	Балт. гос. техн. ун-т, СПб., 1993. 131 с.	1993
8	Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П.	Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений.	М., Физматгиз, 1963. 632 с.	1963
9	Лукьянов Г.А.	Сверхзвуковые струи плазмы.	М., Высш. школа, 1995. 262 с	1995