

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Механико-математический факультет
Кафедра газовой и волновой динамики



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____/Нигматулин Р.И./
« 10 » июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Магнитная гидродинамика

наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:
Подготовка кадров в аспирантуре

Направление подготовки (специальность):

01.06.01 Математика и механика

(код и название направления/специальности)

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры газовой и волновой динамики
(протокол № 15, « 10 » июня 2019 года)

Москва 2019

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки специальности «Математика и механика», реализуемой по схеме программы специалитета в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение _____

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: *относится к вариативной части ОПОП ВО.*
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть): *отсутствуют.*
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями
УК-1	Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.
УК-2	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.
УК-14	Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах
ОПК-1	Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности.
ОПК-3	Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.
ОПК-4	Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем.

<i>ПК-1</i>	Способность к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации.
<i>ПК-2</i>	Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики.
<i>ПК-3</i>	Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.
<i>ПК-4</i>	Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем.

4. Формат обучения: стандартный.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 72 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего	
1. Тема_1. Электродинамика жидких проводящих сред. Система уравнений МГД (магнитной гидродинамики). Кинематические аспекты МГД. Специфика начальных и граничных условий.	5	2		2	3
2. Тема_2. Магнитное число Рейнольдса (R). Вмороженность магнитных силовых линий при $R \gg 1$. Примеры задач с переменным R.	5	2		2	3
3. Тема_3. МАГДА (магнитогидродинамическая аналогия) вихревых и токовых колец. Вихрь Шафранова.	5	2		2	3
4. Тема_4. Электродинамическое и безындукционное приближение при $R \ll 1$. Числа Альфвена, Стюарта и Гартмана. МГД обтекание тел во внешнем поле.	5	2		2	3

5. Тема_5. Обобщение метода точечных сил Озеена. Фундаментальные решения МГД-уравнений. Особенности МГД обтекания при малых и больших числах Гартмана.	5	2		2	3
6. Тема_6. МГД течения в каналах. МГД-течение Куэтта-Пуазейля в цилиндрическом вращающемся канале. МГД течения в диффузоре. Пограничные слои в МГД.	5	2		2	3
7. Тема_7. Задачи МГД вращения сферических тел. Магнитное поле Земли. Полоидальные и тороидальные магнитные поля.	5	2		2	3
8. Тема_8. Общие сведения о математически некорректных и обратных задачах структурной идентификации сложных природных явлений с неоднозначностью причинно-следственных связей, краевых и начальных условий при наличии электромагнитных полей. Примеры.	5	2		2	3
9. Тема_9. Эффект выталкивания магнитного поля при дифференциальном вращении проводящей среды. Сохранение спиральности магнитного поля.	5	2		3	5
10. Тема_10. Основы теории Буллара и α -эффекта. Другие модели динамо-эффекта. Невозможность осесимметричного динамо.	5	2		3	3
11. Тема_11. Успехи теории атмосферного электричества от Ломоносова до наших дней. Обычные явления (тлеющие разряды в газах, линейные молнии, огни св. Эльма) и загадки атмосферного электричества по М.В. Ломоносову.	5	2		2	3

12. Тема_12. Основные понятия о строении магнитосферы. Авроральный овал и явление Тета-авроры. Теория северного сияния Штермера. Геомагнитные бури, их причины и фазы.	5	2		2	3
13. Тема_13. «Самолетная» теория сейсмoeлектрического эффекта. Обзор моделей электромагнитных предвестников землетрясений.	5	2		2	3
14. Тема_14. Световые предвестники землетрясений и эффект гигантского комбинационного рассеяния света на микроаэрозолях в дегазационных струях. «Тепловые кристаллы» Курдюмова-Михайлова.	5	2		2	3
15. Тема_15. Дипольная и трипольная электрическая структура грозовых облаков. Возмущения атмосферного электрического поля (АЭП) под грозовыми облаками. Формула перезарядки грозовых облаков с изменением их электрической структуры.	5	2		2	3
16. Тема_16. Уравнения электрогидродинамики (ЭГД) с объемной плотностью заряда и с поверхностным зарядом простого или двойного слоя	5	2		2	3
17. Тема_17. Электрогидродинамическая аналогия (ЭГДА) и примеры ее эффективного использования.	5	2		2	3
18. Тема_18. Условия и критерий ЭГД-вращения симметричных тел (цилиндр, сфера) в сильном электрическом поле.	5	2		2	3

Промежуточная аттестация: экзамен (указывается форма проведения)	18		(количество часов, ** отведенных на промежуточную аттестацию)
Итого	108		

**Внимание! В таблице должно быть зафиксировано проведение текущего контроля успеваемости, который может быть реализован, например, в рамках занятий семинарского типа.*

*** , отводимые на проведение промежуточной аттестации, выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося*

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости: собеседование со слушателями для оценки усвояемости материала и консультаций.

Вопросы к коллоквиуму

1. Тема_1. Электродинамика жидких проводящих сред. Система уравнений МГД (магнитной гидродинамики). Кинематические аспекты МГД. Специфика начальных и граничных условий.
2. Тема_2. Магнитное число Рейнольдса (R). Вмороженность магнитных силовых линий при $R \gg 1$. Примеры задач с переменным R .
3. Тема_3. МАГДА (магнитогидродинамическая аналогия) вихревых и токовых колец. Вихрь Шафранова.
4. Тема_4. Электродинамическое и безындукционное приближение при $R \ll 1$. Числа Альфвена, Стюарта и Гартмана. МГД обтекание тел во внешнем поле.
5. Тема_5. Обобщение метода точечных сил Озеена. Фундаментальные решения МГД-уравнений. Особенности МГД обтекания при малых и больших числах Гартмана.
6. Тема_6. МГД течения в каналах. МГД-течение Куэтта-Пуазейля в цилиндрическом вращающемся канале. МГД течения в диффузоре. Пограничные слои в МГД.
7. Тема_7. Задачи МГД вращения сферических тел. Магнитное поле Земли. Полоидальные и тороидальные магнитные поля.
8. Тема_8. Общие сведения о математически некорректных и обратных задачах структурной идентификации сложных природных явлений с неоднозначностью причинно-следственных связей, краевых и начальных условий при наличии электромагнитных полей. Примеры.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации: собеседование со слушателями для оценки усвояемости материала и консультаций.

Вопросы к экзамену.

1. Тема_1. Электродинамика жидких проводящих сред. Система уравнений МГД (магнитной гидродинамики). Кинематические аспекты МГД. Специфика начальных и граничных условий.
2. Тема_2. Магнитное число Рейнольдса (R). Вмороженность магнитных силовых линий при $R \gg 1$. Примеры задач с переменным R .
3. Тема_3. МАГДА (магнитогидродинамическая аналогия) вихревых и токовых колец. Вихрь Шафранова.
4. Тема_4. Электродинамическое и безындукционное приближение при $R \ll 1$. Числа Альфвена, Стюарта и Гартмана. МГД обтекание тел во внешнем поле.

5. Тема_5. Обобщение метода точечных сил Озеена. Фундаментальные решения МГД-уравнений. Особенности МГД обтекания при малых и больших числах Гартмана.
6. Тема_6. МГД течения в каналах. МГД-течение Куэтта-Пуазейля в цилиндрическом вращающемся канале. МГД течения в диффузоре. Пограничные слои в МГД.
7. Тема_7. Задачи МГД вращения сферических тел. Магнитное поле Земли. Полоидальные и тороидальные магнитные поля.
8. Тема_8. Общие сведения о математически некорректных и обратных задачах структурной идентификации сложных природных явлений с неоднозначностью причинно-следственных связей, краевых и начальных условий при наличии электромагнитных полей. Примеры.
9. Тема_9. Эффект выталкивания магнитного поля при дифференциальном вращении проводящей среды. Сохранение спиральности магнитного поля.
10. Тема_10. Основы теории Булларда и α -эффекта. Другие модели динамо-эффекта. Невозможность осесимметричного динамо.
11. Тема_11. Успехи теории атмосферного электричества от Ломоносова до наших дней. Обычные явления (тлеющие разряды в газах, линейные молнии, огни св. Эльма) и загадки атмосферного электричества по М.В. Ломоносову.
12. Тема_12. Основные понятия о строении магнитосферы. Авроральный овал и явление Тета-авроры. Теория северного сияния Штермера. Геомагнитные бури, их причины и фазы.
13. Тема_13. «Самолетная» теория сейсмoeлектрического эффекта. Обзор моделей электромагнитных предвестников землетрясений.
14. Тема_14. Световые предвестники землетрясений и эффект гигантского комбинационного рассеяния света на микроаэрозолях в дегазационных струях. «Тепловые кристаллы» Курдюмова-Михайлова.
15. Тема_15. Дипольная и трипольная электрическая структура грозовых облаков. Возмущения атмосферного электрического поля (АЭП) под грозовыми облаками. Формула перезарядки грозовых облаков с изменением их электрической структуры.
16. Тема_16. Уравнения электрогидродинамики (ЭГД) с объемной плотностью заряда и с поверхностным зарядом простого или двойного слоя
17. Тема_17. Электрогидродинамическая аналогия (ЭГДА) и примеры ее эффективного использования.
18. Тема_18. Условия и критерий ЭГД-вращения симметричных тел (цилиндр, сфера) в сильном электрическом поле.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка	2	3	4	5
РО и соответствующие виды оценочных средств				

Знания (виды оценочных средств: устные опросы)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- Фейнман Р., Лейтон З., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. V. Электричество и магнетизм.- М.: Мир, 1966.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. -М.: Наука, 1982.
- Шерклиф Дж. Курс магнитной гидродинамики. М.: Мир, 1967.
- Остроумов Г.А. Взаимодействие электрических и гидродинамических полей. Физические основы электрогидродинамики. М.: Наука, 1979.
- Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматлит, 1962.
- Научные публикации лектора.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель: Натяганов В.Л.

11. Автор (авторы) программы: Натяганов В.Л.