Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Линник Оксана Владимировна
Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 13.10.2023 15:47:50
Уникальный программный ключ:
d85fa2f259a0913da9b08299985891736420181f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Снежинский физико-технический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СФТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Зам. руководителя по учебной
и научно-методической работе
П. О. Румянцев
«_____»_____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ
наименование дисциплины

Направление подготовки ____01.04.02 «Прикладная математика и информатика»_____

Профиль подготовки _____«Математическое обеспечение компьютерных технологий»

Наименование образовательной программы:_____

Квалификация (степень) выпускника: ____магистр_____

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения_____очная_____
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

г. Снежинск,
2022 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины __*Основы газовой динамики*__ является ознакомление студентов с общими методами и подходами в газовой динамике разреженного газа, физике ионизованного газа и магнитной гидродинамике, включая получение практических результатов, изложение курса газовой динамики, включая такие разделы как газовая динамика разреженного газа, физика ионизованного газа и магнитная гидродинамика, основных методов построения и анализа сложных математических моделей; алгоритмов для исследования математических моделей с использованием ЭВМ. Курс призван дать обзор некоторых актуальных научных проблем прикладной математики и информатики, а также существующих в настоящее время методов, подходов и средств решения данных проблем.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина относится к базовым дисциплинам общенаучного цикла. Она непосредственно связана физическим дисциплинам как электродинамика, а также по математике (дифференциальное и интегральное исчисления, ряды Фурье, численные методы решения систем линейных уравнений, элементы теории групп и др.) и спецкурсам, естественнонаучного и математического цикла («Философия», «Физика», «Информатика», «Концепции современного естествознания») и общепрофессионального и специального цикла («Уравнения математической физики», «Компьютерные модели и их применение») и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

• Знать:

- основы динамики разреженных газов, физики ионизованного газа и магнитной гидродинамики, современные методы и подходы в исследовании протекающих там процессов.
- теоретические основы и базовые представления научного исследования в области газовой динамики.

• Уметь:

- решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения;
- использовать полученные теоретические знания при решении практических задач.

• Владеть:

- владеть основными современными методами расчета объекта научного исследования.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
ПК-1	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК-2	Способен к разработке и внедрению наукоемкого программного обеспечения, способствующего решению передовых задач науки и техники на основе современных математических методах и алгоритмах
ПК-3	Способен развивать инновационный потенциал новых научных и научно-технологических разработок
ПК-9	Способен использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности
ПК-10	Способен осуществлять подготовку и переподготовку кадров в области прикладной математики и информационных технологий

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр	Трудоемкость, кредит	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	КСР, час.	СРС, час.	Форма контроля, Экз./зачет
2	2	72	36	36	0	-	зач.
3	4	144	36	36	0	36	экз.
	6	216	72	72		36	

Занятия в интерактивной форме составляют 28 часов от общего объёма аудиторных занятий. Общая трудоемкость дисциплины составляет ___6___ кредитов, ___216_____ часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Аттестация раздела (неделя, форма)	Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел *
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	КСР			
2 семестр								
1	Описание движения системы многих частиц	1-6	10	10			Устный отчет	25
2	Постановка задач для уравнения Больцмана, методы ре-	7-12	10	10			Отчеты по лабораторным работам	25

	шения							
3	Взаимодействие молекул с твердыми поверхностями		8	8				
4	Течения разреженного газа. Свободномолекулярные течения.		8	8				
Всего:			36	36	-	-	-	50
	Зачет, Экзамен							50
	Итого за 2 семестр:							100
3 семестр								
5	Основные понятия и классификация плазмы.		10	10			Отчеты по лабораторным работам	25
6	Столкновительные процессы в плазме		10	10			Отчеты по лабораторным работам	25
7	Плазма как сплошная среда		8	8				
8	Постановка начальных и граничных условий в задачах магнитной гидродинамики		8	8				
Всего:			36	36	-	-	-	50
	Зачет, Экзамен							50
	Итого за 3 семестр:							100

При сдаче отчетов и письменных работ проводится устное собеседование.

4.1 Программа и основное содержание лекций

Раздел 1.

Описание движения системы многих частиц. Функция распределения. Уравнение Больцмана.

Раздел 2.

Свойства интеграла столкновений. Н-теорема Больцмана. Постановка задач для уравнения Больцмана.

Раздел 3.

Взаимодействие молекул с твердыми поверхностями. Коэффициенты аккомодации. Критерии подобия. Режимы течений: свободномолекулярный, переходной и континуальный. Уравнения сохранения. Метод Чемпмена-Энскога. Вывод уравнений гидродинамики. Скольжение и температурный скачок.

Раздел 5.

Свободномолекулярные течения. Обтекание выпуклых и вогнутых тел. Методы Монте-Карло для моделирования течений разреженного газа.

Раздел 6.

Основные понятия. Классификация плазмы. Квазинейтральность и разделение зарядов. Экранированный кулоновский потенциал. Плазма как система независимых частиц. Траектории частиц в плазме, дрейфовое приближение.

Раздел 7.

Столкновительные процессы в плазме. Определение сечения столкновения процесса. Полная скорость процесса. Передача энергии и импульса при упругом столкновении.

Раздел 8.

Плазма как сплошная среда. Определяющая система уравнений. Двух температурная плазма. Частично ионизованный газ: уравнения движения трехкомпонентной среды. Обобщенный закон Ома. Уравнения магнитной гидродинамики.

Раздел 9.

Основные безразмерные критерии и их роль в задачах магнитной гидродинамики. Условия на поверхностях разрыва. Граничные и начальные условия.

4.2 Программа практических занятий

Занятие 1. Моменты функции распределения, газовые макропараметры

Занятие 2.Столкновения в газе

Занятие 3. Уравнение Больцмана и уравнения сохранения

Занятие 4. Решение задач из задания

Занятие 5. Расчеты методом прямого статистического моделирования

Занятие 6 Основные понятия и классификация плазмы. Квазинейтральность. Неидеальность плазмы. Плазменная частота.

Занятие 7. Столкновительные процессы в плазме

Занятие 8. Плазма как сплошная среда. Критерий вмороженности магнитного поля. Эффект магниного динамо и магнитное поле звезд.

Занятие 9. Постановка начальных и граничных условий в задачах магнитной гидродинамики. Примеры.

Занятие 10. Прием задания.

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Методы и формы активизации деятельности	**Виды учебной деятельности**			
	ЛК	Семинар	ЛБ	СРС
Дискуссия	x	x		
IT-методы	x		x	x
Командная работа		x	x	x
Разбор кейсов		x		
Опережающая СРС	x	x	x	x
Индивидуальное обучение			x	x
Проблемное обучение		x	x	x
Обучение на основе опыта		x	x	x

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

6.1. Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе магистрантов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме магистерской диссертации;
- поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме курсовой работы;
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков;
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям;
- подготовке и защите курсовой работы;
- подготовке к экзамену.

6.1.1. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- история развития вычислительной техники за рубежом (США и Европа);
- история развития программного обеспечения за рубежом (США и Европа);
- современные методологии и информационные технологии, применяемые в области математического моделирования;
- системный подход к анализу и решению проблем, возникающих в процессе математического моделирования;
- учет специфики при моделировании открытых систем (синергия, самоорганизация).

6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР) направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала магистрантов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований;
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей на основе статистических материалов;
- выполнении расчетно-графических работ;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)

Оценка успеваемости магистрантов осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем учебного мастера) выполнения лабораторной работы;
- взаимного рецензирования магистрантами работ друг друга;
- промежуточный анализ подготовленных магистрантами курсовых работ;
- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий, защите отчетов по лабораторным работам и во время экзамена в первом семестре (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) **основная литература**:

- Чикуров Н.Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие.– М.: РИОР: ИНФРА-М, 2015 – 398 с.
- Д. А. Франк- Каменецкий. Лекции по физике плазмы.// М.: Атомиздат, 1964
- А. Г. Куликовский, Г. А. Любимов. Магнитная гидродинамика. // М.: ФМ, 1962

б) дополнительная литература:

- Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем.– 7-е изд.– М.: Юрайт, 2012 – 343 с.
- Л. А. Арцимович, Р. З. Сагдеев. Физика плазмы для физиков.// М.: Атомиздат, 1979.
- Коган М.Н. Динамика разреженного газа. //М.:Наука, 1967.
- Берд Г. Молекулярная газовая динамика. //М.:Мир, 1981.
- Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: идеи. Методы. Примеры.– 2-е изд., испр.– М.: Наука : Физматлит, 2001. – 320с.

Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

1. Коган М.Н. Динамика разреженного газа. //М.:Наука, 1967.

2. Берд Г. Молекулярная газовая динамика. //М.:Мир, 1981.

3. Д. А. Франк- Каменецкий. Лекции по физике плазмы// М.: Атомиздат, 1964

4. М. Митчнер, Ч. Кругер. Частично ионизованные газы// М.: Мир, 1976

http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/

5. А. Б. Ватажин, Г. А. Любимов, С.А. Регирер. Магнитогидродинамические течения в каналах // М.:Наука., 1970. http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/

6. А. Г. Куликовский, Г. А. Любимов. Магнитная гидродинамика // М.: ФМ, 1962.

7. Б.М. Смирнов. Физика слабоионизованного газа в задачах с решениями //М.: Наука, 1978. http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/

8. А.Е. Калихман Элементы магнитной газодинамики // М.: Атомиздат, 1964

http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

http://ibooks.ru/
http://e.lanbook.com/
http://www.biblio-online.ru/home;jsessionid=2e1f56dad5e63541356653818b3d?0
http://kuperbook.biblioclub.ru/
http://www.studentlibrary.ru/

http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы в рамках курса предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1. Разбор задач и поиск их решения, доказательство формул и теорем. Занятия проводятся в интерактивной форме общения студентов между собой при поиске метода решения поставленной задачи и оформлении решения. Преподаватель обеспечивает консультационное сопровождение процесса поиска решения.

2. Вводная и обзорная лекции проводятся с применением мультимедийных средств обучения в виде презентации PowerPoint, с целью в наиболее сжатом концентрированном виде сделать обзор пройденного материала с указанием взаимосвязи между разделами дисциплины, освещением основных изученных подразделов, а также для формирования у студентов общего представления о месте дисциплины в общем перечне дисциплин ООП ВО 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» и о формируемых этой дисциплиной компетенциях.

3. Домашние задания выдаются преподавателем каждому студенту на каждом практическом занятии. Задание представляет собой номера задач и упражнений из сборника задач. Домашние задания сдаются преподавателю на проверку. Защита домашних заданий предусмотрена. Приём заданий возможен как в рукописном, так и в печатном виде.

4. Один раз в две недели преподавателем проводится текущая консультация. Вопросы можно задавать лично преподавателю в назначенное время.

1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Самостоятельная работа студентов составляет 16,67% от общего объёма занятий, предусмотренных рабочим учебным планом направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Часы на самостоятельную работу распределяются равномерно на весь курс обучения. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение в рамках лекционных и практических разделов, устанавливаются преподавателем на каждой неделе, в зависимости от скорости усвоения материала студентами. Темы для самостоятельного изучения оглашаются преподавателем в конце каждого занятия и заносятся студентами в график самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством проверки домашних заданий и конспекта текущей лекции.

Аттестация раздела проводится в виде контрольной работы. Максимальный балл за каждый раздел установлен п.4. настоящей рабочей программы.

Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, а также путем опросов на усвоение материала текущей лекции и решения типовых задач по теме текущей лекции. Студентам необходимо решить задачи, содержащиеся в задании.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-1 и ПК-2 сформированы не ниже порогового уровня в части, относящейся к

формированию способности использовать специализированные знания в области газодинамики в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры заданий

1. Получить выражение дрейфовой скорости заряженной частицы, находящейся в взаимно-перпендикулярных магнитном и гравитационном полях. Определить величину полного тока.

2. Плоский конденсатор, напряженность электрического поля внутри которого равна E, лежит на поверхности земли. Во сколько раз скорость электрического дрейфа больше скорости гравитационного дрейфа.

3. Определить радиус Дебая в полностью ионизованной плазме в неравновесном случае $T_e \neq T_i$

4. В плазму проникает однородное электрическое поле напряженностью E_0. Определить, как оно будет экранироваться плазмой.

5. Оценить область параметров водородной плазмы, при которых можно пренебречь конвективным током ρev по сравнению с током проводимости.

6. На примере оценить при значения магнитной индукции.

Для полностью ионизованнойплазмы холловский ток сравнинm с током проводимости.

7. Между двумя коаксиальными цилиндрами с радиусами r1 и r2 , разность потенциалов между которыми равна ϕ , находится проводящий газ. Вдоль оси системы приложено магнитное поле с индукцией B. Вычислить угловую скорость v ϑ(r) вращения среды. Вязким трением пренебречь.

8. Типичные температура и давление продуктов сгорания (с добавкой легко ионизируемой добавкой КОН) МГД-генератора составляют T=2600 К и p=100 кПа, содержатся следующие химические вещества:

Вещество	Мольная доля	Среднее сечение, 10^{-21}м^2

N_2	0,36	13
H_2O	0,32	55
CO_2	0,16	13
CO	0,08	10
K	0,003	560
Прочие	0,077	10

Плотность электронов составляет $8*10^{13}$ см$^{-3}$, индукция магнитного поля B=2,7 Т.

Вычислить:

1. дебаевский радиус экранирования

2. полную среднюю частоту столкновений для электронов

3. среднюю длину свободного пробега электронов

4. параметр Холла

5. коэффициент проскальзывания ионов, сечение столкновения ионов калия с частицами продуктов сгорания принять равным 10-14 см^2

Вопросы к экзамену:

1. Классификация плазмы. Квазинейтральность и разделение зарядов.

2. Экранированный кулоновский потенциал.

3. Траектории частиц в плазме, циклотронная частота, условие адиабатичности.

4. Качественно рассмотреть дрейфовое движение.

5. Постановка граничных условий для электромагнитного поля в задачах магнитной гидродинамики.

6. Электрический дрейф.

7. Дрейф в неоднородном магнитном поле

8. Поляризационный дрейф.

9. Столкновительные процессы в плазме: вероятность упругого расеяния, скорость процесса.

10. Столкновительные процессы в плазме: холловский ток и проскальзывание ионов.

11. Постановка начальных условий для электромагнитного поля в задачах магнитной гидро-

динамики.

12. Гравитационный дрейф.

1. Получить уравнение индукции магнитного поля в случае наличия однородного внешнего поля, зависящего от времени ($B_0=B_0(t)$)

2. Оценить толщину скин-слоя в случае медленно меняющихся внешних полей.

3. Стационарный однородный поток слабоионизованной плазмы движется в плоском короткозамкнутом МГД-канале с постоянной скоростью u в поперечном магнитном поле B. Оценить возникающую разность температур T_e-T.

4. Найти распределение потенциала вблизи постоянного и неподвижного заряда в плазме, состоящих из электронов с температурой T_e и ионов двух сортов: с зарядовыми числами Z_1 и Z_2 и температурой T. Сравнить величины дебаевского радиуса для случаев одинаковых температур и одинаковых зарядовых чисел.

5. Определить критерий замагниченности для плазмы, заключенной в цилиндр с диаметром D.

6. В трубе постоянного сечения имеется стационарный поток плазмы. Перпендикулярно потоку приложено магнитное поле B=1 Вб/м^2, градиент давления, обусловленный вязкостью, составляет 100 кПа/м. Какой должна быть плотность тока для поддержания постоянного потока в трубе? Поток считать одномерным и адиабатическим, индуцированным магнитным полем пренебречь.

7. В плоском канале под действием постоянного градиента давления течет вязкая проводящая жидкость. Перпендикулярно потоку и параллельно стенкам наложенооднородное магнитное поле. Найти профиль скорости в канале.

8. Определить критерий вмороженности магнитного поля.

9. Ускорение плазмы происходит в рельсотроне, запитанном от батареи конденсаторов с емкостью C, с начальным напряжением заряда U. Оценить величину максимально достижимой скорости u. Изначально канал квадратного сечения со стороной a заполнен газом с молекулярной массой μ.

10. Во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях протон делает 103 оборотов при прохождении 1 см пути в направлении, перпендикулярном обоим полям. Найти магнитную индукцию, если напряженность электрического поля равна 10/см.

11. В результате электрического пробоя в газе образовался токовый шнур. Определить величину равновесного радиуса шнура. Известны ток и давления в шнуре и окружающем газе.

12. Между коаксиальными цилиндрами с радиусами r_1 и r_2 находится проводящий газ. Разность потенциалов между цилиндрами U. Вдоль оси цилиндров приложено магнитное поле B. Вычислить угловую скорость вращения среды. Вязкостью пренебречь.

Пример экзаменационного билета

1. Столкновительные процессы в плазме: вероятность упругого рассеяния, скорость процесса.

2. Стационарный однородный поток слабоионизованной плазмы движется в плоском короткозамкнутом МГД-канале с постоянной скоростью u в поперечном магнитном поле B. Оценить возникающую разность температур T_e-T .

2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Мультимедийная аудитория (Л312). Компьютерный класс, оснащённый компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, ксероксом:

- Core Dual 2,4 МГц - 15 шт.
- Принтер HP LJ P3005 DN - 1 шт.
- Сканер HP SJ 4370 – 1 шт.
- Ноутбук Samsung
- Проектор ASER X1260

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», ОС ВО НИЯУ МИФИ протокол № 21/11 от 27.07.2021 г.

Автор: доцент кафедры Высшей и прикладной математики, к.ф.-м.н., Глазырин Игорь Валерьевич

Рецензент

Программа одобрена на заседании кафедры Высшей и прикладной математики 29 июня 2022 г., протокол № 12