

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

«Математическое моделирование в технической физике»

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



С.А. Фоменко

подпись

«17» апреля 2020 г.

МП

Программа учебной дисциплины «Математическое моделирование в технической физике» 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

 Болонov Н.И.

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

Учебная дисциплина «Математическое моделирование в технической физике» относится к базовой части профессионального блока

Основывается на базе дисциплин: «Основы программирования», «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», «Общая гидромеханика», «Термодинамика». «Численные методы»

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<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	5	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Профессиональный блок, базовая часть	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	Экзамен, модульный контроль	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	2
Год подготовки	2020	2020
Семестр	3	2
Количество часов	108	72
- лекционных	34	
- практических, семинарских		
- лабораторных	34	
- самостоятельной работы	40	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	4	
в т.ч. аудиторных	4	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи.

1. **Цель** – Получение знаний о способах математического моделирования физических процессов, с которыми имеют дело при решении актуальных задач технической физики, в частности, физики жидкости, газа и плазмы и теплофизики.
2. Формирование навыков математической постановки задач в области физики жидкости, газа и плазмы и теплофизики, разработки алгоритмы их решения, построения компьютерных моделей.
3. Подготовка к самостоятельному изучению оригинальных работ в этой области.

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Математические методы исследований в технической физике» относится к циклу общенаучных дисциплин основной образовательной программы подготовки магистров по направлению 16.04.01 «Техническая физика».

Дисциплине предшествует освоение следующих дисциплин: высшая математика, информатика, общая физика, теория вероятностей и математическая статистика.

Содержание разделов дисциплины согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно: общая гидромеханика, вычислительная гидродинамика.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения).

Таблица 1.

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1	3.1.1	Основные особенности научного метода познания.	У.1.1	Определять, систематизировать и получать необходимые данные в справочной научно-технической литературе, используя современные информационные технологии.	В.1.1	Навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии. Навыками критического восприятия информации и адаптации ее к решению профессиональных задач.
	3.1.2	Основные понятия и закономерности естественнонаучных и профессиональных дисциплин в области радиационных, пучковых и плазменных технологий.	У.1.2	Доказывать и обосновывать актуальность исследований, правильность выбранного подхода к решению проблемы, адекватность применяемых методов и способов и достоверности получаемых результатов.	В.1.2	Методами физико-математического моделирования процессов и объектов по направлению профессиональной деятельности.
Р3	3.3.1	Современное состояние теоретических и экспериментальных работ в области пучковых и плазменных технологий.	У.3.1	Проявлять способность к планированию и проведению исследований в области профессиональной деятельности.	В.3.1	Навыками обработки и интерпретации результатов научного исследования
	3.3.2	Основные этапы проведения аналитических исследований в области радиационных и пучково-плазменных технологиях.	У.3.2	Выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования.	В.3.1	Методологией научного исследования. Критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные результаты.

Результаты	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р4	3.4.1	Методы проведения аналитических и имитационных исследований с применением современных достижений науки и техники.	У.4.1	Самостоятельно выбирать адекватную модель изучаемой системы, составлять алгоритмы и выполнять расчеты, используя стандартные и специально разработанные программные средства	В.4.1	Практическими навыками математического и компьютерного моделирования в области технической физики.

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты.

Таблица 2.

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Знание принципов построения математических моделей процессов, происходящих в веществе под действием плазмы и пучков заряженных частиц.
РД2	Умение разрабатывать вычислительные алгоритмы для реализации этих моделей в виде компьютерных программ.
РД3	Владение методами вычислений для численного решения задач математической физики, связанных с воздействием плазмы и пучков заряженных частиц на вещество, с процессами, происходящими в плазме.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Численное дифференцирование и интегрирование (4 часа).

Модуль 2. Численные методы решения уравнений в частных производных (Всего 10 часов).

- 2.1. Классификация уравнений в частных производных и общие сведения о численных методах их решения. Основные принципы конечно-разностных методов.
- 2.2. Решение параболических уравнений. Моделирование тепловых процессов в твердом теле при воздействии потоков плазмы и пучков заряженных частиц на основе уравнения теплопроводности.
- 2.3. Решение уравнений гиперболического типа. Задача о распространении волн термоупругих напряжений в твердом теле при облучении пучками заряженных частиц и потоками плазмы.
- 2.4. Численные методы решения эллиптических уравнений. Уравнение Пуассона для задач о распределении электрического потенциала.

Модуль 3. Математическое моделирование процессов в плазме. (Всего 8 часов)

- 6.1. Классификация плазменных моделей. Кинетические модели плазмы. Кинетическая модель для бесстолкновительной плазмы. (1 час лекции)
- 6.2. Метод частиц (1 час лекции + 2 часа практические занятия)

6.3. Подходы к решению уравнений магнитной гидродинамики. Гибридные модели.

Модуль 4. Метод Монте-Карло и его использование для моделирования взаимодействия излучения с твердым телом (6 часов)

Модуль 5. Метод молекулярной динамики (4 часа).

Тематика практических занятий (24 часа)

1. Численное интегрирование и дифференцирование. Решение систем уравнений. Аппроксимация функций.
2. Моделирование тепловых и термомеханических процессов в жидкости
3. Численные методы решения уравнений эллиптического типа.
4. Метод частиц для решения уравнений бесстолкновительной плазмы.
5. Применение метода Монте-Карло при решении задач радиационной физики.

Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Название раздела / темы	Аудиторная работа (час)		СРС (час)	Контр. работа (в рамках конф. недель)	Итого
	Лекции	Практич. занятия			
Численное дифференцирование и интегрирование, аппроксимация функций, методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений		4	8		12
Численные методы решения уравнений в частных производных	2	8	38		48
Математическое моделирование процессов в плазме	2	6	14	2	22
Применение метода Монте-Карло при решении задач радиационной физики	2	4	10		16
Применение метода молекулярной динамики для моделирования процессов взаимодействия атомных частиц с твердым телом	2	2	6		10
Итого:	8	24	76	4	108

7. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущая самостоятельная работа студентов включает в себя:

- проработку лекционного материала, в том числе на опережение;
- выполнение домашних заданий;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовку к контрольным работам и зачету.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;

- подготовка докладов;
- анализ научных публикаций по теме, заранее определённой преподавателем;
- выполнение индивидуальных заданий.

8. СРЕДСТВА ТЕКУЩЕЙ И ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка текущей успеваемости происходит по результатам выполнения домашних работ и индивидуальных заданий, выступления с докладами на практических занятиях, выполнения контрольных работ.

Рейтинг качества освоения дисциплины

Контролирующие мероприятия	Баллы рейтинга
Индивидуальное задание № 1	4 балла
Подготовка сообщения в виде презентации по теме, предложенной преподавателем	10 баллов
Контрольная работа № 1 (конечно-разностные методы решения уравнений в частных производных)	7 баллов
Индивидуальное задание № 2 (постановка задачи и разработка численной модели физического процесса, связанного с воздействием пучков заряженных частиц на вещество)	20 баллов
Выполнение задания по разработке численной модели процессов в плазме	7 баллов
Проверочная работа по применению метода Монте-Карло	5 баллов
Коллоквиум по статье, посвященной реализации метода молекулярной динамики	7 баллов
Итого:	60 баллов

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Турчак Л.И. Плотников П.В. Основы численных методов: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2005, 304 с.
2. Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л. Численные методы: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2006. – 400 с.
3. Сушкевич Т.А. Математические модели переноса излучения – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 661 с.
4. Волков Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов. – СПб.: Лань, 2007. – 256 с.
5. Г. А. Блейхер, В. П. Кривобоков. Моделирование эрозии поверхности твердого тела под действием мощных импульсных пучков заряженных частиц [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013.

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m072.pdf>

Дополнительная литература

6. В. С. Швыдкий, М. Г. Ладыгичев, В. С. Шаврин. Математические методы теплофизики: учебник – М.: Теплотехник, 2005. – 232 с.
7. А. А. Самарский. Введение в численные методы : учебное пособие для вузов. – СПб.: Лань, 2005. – 288 с.
8. П. Г. Яковенко. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011.
Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m214.pdf>

10 . МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия проходят в аудитории 231 4-го учебного корпуса (комната для аудиторных занятий кафедры ФНПМЭ им. И.Л. Повха), оснащенной мультимедийной техникой и компьютерами с необходимым программным обеспечением.