Приложение

|  |  |
| --- | --- |
| **Институт** | Физико-технологический |
| **Направление  (код, наименование)** | 03.04.01 Прикладные математика и физика |
| **Образовательная программа (Магистерская программа)** | Математическая физика и математическое моделирование |
| **Описание образовательной программы** | Программа предусматривает углубленное изучение методов математической физики, в том числе асимптотических. Существенное внимание уделяется освоению математических и компьютерных методов моделирования атомной, электронной и магнитной структуры современных материалов (наноматериалов, мультиферроиков, материалов спинтроники, биологических объектов и т.д.) и устройств на их основе с использованием параллельных архитектур. Часть времени будет посвящена изучению методов моделирования нелинейных явлений. В основе образовательных технологий по данному направлению, лежит индивидуальный творческий подход на всех этапах образовательного процесса при подготовке магистров.  Научно-исследовательская работа магистров выполняется под руководством ведущих ученых кафедры и филиала кафедры в институте физики металлов УрО РАН. Магистры участвуют в выполнении реальных проектов Федеральных целевых программ и грантов. В рамках проведения научно-исследовательских работ студенты кафедры направляются на 2-3 месячные стажировки в университеты Германии, Голландии, Швейцарии и других стран. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименования модулей** | **Аннотации модулей** |
|  | **Модули** |  |
|  | **Базовая часть** |  |
|  | Квантовый транспорт в наноструктурах | Модуль обеспечивает фундаментальные знания в физике наноструктур. Вводятся основные понятия необходимые для описания явлений переноса в низкоразмерных структурах современной электроники. Рассматриваются квантовые поправки к кинетическим коэффициентам и явления в квантующих магнитных полях: эффект Шубникова де Гааза, осцилляции, индуцированные микроволновым излучением, квантовый эффект Холла и др. Отдельный раздел посвящен спин-зависимому транспорту в наноструктурах. Транспорт в баллистическом режиме описывается на основе подхода Ландауэра-Бюттикера. Вводятся такие понятия как кондактанс проводника, трансфер-матрица, туннельный гамильтониан и др. Выводятся формулы для кондактанса одно многоканальных проводников. |
|  | Высокопроизводительные вычисления | Целью модуля является изучение математических моделей и методов параллельного программирования на многопроцессорных вычислительных системах. В рамках курса предполагается практическое освоение следующих разделов параллельного программирования: архитектурные принципы реализации параллельной обработки в вычислительных машинах; методы и языковые механизмы конструирования параллельных программ; параллельные вычислительные методы. |
|  | **Вариативная часть** |  |
|  | Прикладные физико-математические методы исследования | Курс "Компьютерные технологии в науке" посвящен принципам компьютерного моделирования физических систем. Важнейшую часть курса составляют современные первопринципные методы моделирования кристаллической решетки и электронных состояний в кристаллах. Основное внимание в курсе "Спецглавы математической физики" уделено основным асимптотическим методам, встречающимся в практике физиков-теоретиков. Изучаются классические асимптотические методы– стационарной фазы, перевала, пограничного слоя, метод согласования асимптотических разложений, метод многих масштабов, метод усреднения и другие методы возмущений. Дисциплина "Теория и разработка численных методов" посвящена изучению методов численных расчетов и моделирования физических систем, широко применяемых в практике научных исследований. |
|  | **Модули по выбору студента** |  |
|  | Теория и алгоритмы в физике беспорядка | Дисциплина "Модели беспорядка" служит введением в теорию неупорядоченных систем. Рассматривается общая проблематика и вычислительные методы теории протекания (перколяции), связанные с ними элементы теории фракталов. Изучаются транспортные и оптические свойства неоднородных сред и др.  В дисциплине "Регулярная и хаотическая динамика" вводятся понятия устойчивости движения и структурной устойчивости динамических систем. Описаны методы вычисления показателей Ляпунова. Кратко изложены основные понятия и результаты теории катастроф. Рассматривается неустойчивая динамика в неинтегрируемых консервативных и диссипативных системах. |
|  | Нелинейность и динамический хаос в физике | В модуле дается строгое и компактное изложение основных задач и методов нелинейной механики, которое отличается от существующих курсов по выбору материала и способу их изложения. Материал представлен в возможно наиболее простой форме, подходящей для студентов, еще не знакомым с ними, но позволяет по мере изучения войти в круг проблем современной нелинейной механики. Представлены методы описания линейных и нелинейных колебательных систем: метод фазового пространства, различные приближенные методы анализа малоамплитудных колебаний, включая метод линеаризации, метод многих масштабов и метод усреднения. Рассмотрены колебания математического маятника, вынужденные колебания гармонического и ангармонического осциллятора, автоколебания, параметрический резонанс и теория Флоке. |
|  | Метод молекулярной динамики | Модуль **«**Метод молекулярной динамики» посвящен вопросам компьютерного моделирования и визуализации движения атомов и молекул в твердых телах. Изучаются физические и математические аспекты алгоритмов, в том числе параллельных, как классического, так и первопринципного методов молекулярной динамики для расчетов основных свойств твердых тел и функциональных материалов. Рассматриваются пакеты прикладных программ Lammps, Quantum Espresso и др. |
|  | Моделирование дефектов в конденсированных системах | Модуль служит введением в физику реальных кристаллов и включает следующие основные разделы: элементы теории деформационного упрочнения и разрушения металлов и сплавов, методы описания структуры и свойств границ зерен, влияние кристаллической структуры на свойства дислокаций. Детально рассматриваются методы компьютерного моделирования физических процессов в реальных кристаллах. |
|  | **Практики, в том числе научно-исследовательская работа** | Дисциплина призвана привить студентам навыки научно-исследовательской работы, интегрированной в учебный процесс, дать обзор основных направлений научной деятельности на кафедре теоретической физики прикладной математики. Научно-исследовательская работа выполняется под контролем научного руководителя по индивидуальной теме, утвержденной на заседании кафедры. В ходе освоения дисциплины студенты должны ознакомиться с методами получения, обработки и анализа экспериментальных данных, приобрести опыт самостоятельной работы с научной литературой и подготовки научной публикации. |

Руководитель ОП В.Г.Мазуренко