

Институт	Физико-технологический
Направление (код, наименование)	03.04.01 Прикладные математика и физика
Образовательная программа (Магистерская программа)	03.04.01/33.01 Математическая физика и математическое моделирование
Описание образовательной программы	<p>Основная профессиональная образовательная программа 03.04.01 Математическая физика и математическое моделирование направлена на подготовку научных и инженерно-технических работников уровня высшего звена управления (аналитик, научный работник, руководитель группы и др.), способных организовать деятельность научных подразделений институтов РАН и наукоемких предприятий.</p> <p>Программа ориентирует выпускников на активное участие и инициативу в прорывном развитии научных лабораторий и наукоемких производств, на освоение новой лабораторной техники, внедрение новых материалов и цифровых технологий, изменение культуры исследований, следование основным направлениям развития науки.</p> <p>Особенностью программы является выраженная научная ориентированность процесса обучения. Направление ориентировано на подготовку специалистов высокого уровня, способных разрабатывать физические и математические модели, алгоритмы и программы для решения физико-технических и естественнонаучных задач, возникающих при разработке новых наукоемких технологий. Увеличенный объем научно-исследовательской работы, перенос части образовательного процесса на территорию ИФМ УрО РАН дает возможность обучающимся последовательно овладеть необходимым уровнем квалификации, начиная с профессий научного работника, обеспечивает включение выпускников в научный процесс без дополнительного переобучения. Программа предполагает специальную подготовку в области физики конденсированного состояния, математической физики и математического моделирования.</p> <p>Приоритет активных методов обучения обеспечивает формирование у обучающихся, наряду с профессиональными компетенциями, осознанного умения работать в команде и необходимых лидерских качеств. Полученные профессиональные знания и умения, компетенции в области науки и предпринимательства дают возможность выпускникам программы работать в сфере малого бизнеса, самостоятельно организовать инновационное производство новой востребованной на рынке продукции. При проектировании образовательной программы и реализации обучения использованы лучшие мировые практики подготовки специалистов в области науки и образовании, передовой отечественный опыт и собственные разработки УрФУ.</p>

№ пп	Наименования модулей	Аннотации модулей
1	Модули	
2	Обязательная часть	
3	Алгоритмы и методы моделирования физических систем	<p>Модуль включает в себя дисциплины: «Высокопроизводительные вычисления», «Моделирование электронной структуры твердых тел», «Нейросетевые методы исследования физических систем». В рамках курса «Высокопроизводительные вычисления» предлагается практическое освоение следующих разделов параллельного программирования: архитектурные принципы реализации параллельной обработки в вычислительных машинах; методы и языковые механизмы конструирования параллельных программ; параллельные вычислительные методы. В курсе «Моделирование электронной структуры твердых тел» рассматриваются современные численные методы для анализа и описания физических свойств современных материалов. Значительное внимание уделяется непосредственному освоению студентами пакетов программ для моделирования твердых тел и проведения своих собственных независимых исследований. В курсе освещаются как первопринципные методы теории функционала электронной плотности, так и передовые многочастичные подходы, основанные на теории динамического среднего</p>

		<p>поля. Дисциплина «Нейросетевые методы исследования физических систем» служит связующим звеном между теорией машинного обучения и физикой конденсированного состояния. Рассматривается история развития алгоритмов, их классификация, а также преимущества, недостатки и область применимости. Подробно изучаются как простейшие методы машинного обучения, такие как линейная регрессия и метод опорных векторов (SVM), так и различные нейронные сети. Особое внимание уделяется применению рассмотренных алгоритмов для решения задач, стоящих перед современной физикой конденсированного состояния, включая определение фазового состава рассматриваемой системы и параметров гамильтониана, нахождение атомных потенциалов и функционала электронной плотности, восстановление волновой функции квантовой системы и др..</p>
4	Квантовые явления и физика беспорядка	<p>Модуль включает в себя два курса: «Квантовый транспорт в наноструктурах» и «Теория и алгоритмы в физике беспорядка». Курс «Квантовый транспорт в наноструктурах» 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. Дисциплина "Теория и алгоритмы беспорядка" служит введением в теорию неупорядоченных систем. Рассматривается общая проблематика и вычислительные методы теории протекания (перколяции), связанные с ними элементы теории фракталов. Подробно изучаются транспортные и оптические свойства неоднородных сред, включая классическую задачу о рассеянии электромагнитной волны сферической частицей (теория Ми), теория эффективной среды, методы расчёта эффективных линейных и нелинейных восприимчивостей гетерогенных систем, особенности оптического отклика гранулированных систем и композитов.</p>
5	Проектная деятельность	<p>Модуль «Проектная деятельность» в образовательной программе формирует универсальные компетенции, связанные с командной работой и управлением проектами, а также общепрофессиональные и профессиональные компетенции. Командная деятельность является основой модуля, призвана сформировать необходимые навыки работы и управления в составе многопрофильной команды: раскрыть специфику функционирования команды от постановки задачи до оценки полученного результата, выраженного в виде аналитического отчета, научных статей, докладов, уникального продукта или услуг. В рамках модуля «Проектная деятельность» студенты выполняют проекты, содержание которых позволяет формировать компетенции студентов в соответствии с актуальными задачам реального сектора экономики по профилю образовательной программы. Проектное обучение в рамках данного модуля может быть направлено на реализацию проектов: - исследовательских, с целью формирования научно-исследовательских компетенций студентов и увеличения количества молодых ученых, занятых в решении прорывных инновационных задач; - профессиональных и предпринимательских, направленных на подготовку высококвалифицированных магистров, способных решать реальные задачи в интересах развития отраслей экономики и социальной сферы за счет тесной интеграции образовательного процесса с ведущими предприятиями и организациями региона и страны - учебных, позволяющих студентам определить свою будущую профессиональную траекторию в научной или профессиональной сфере. Общепрофессиональные и профессиональные компетенций определяются содержанием конкретной цели, в рамках реализуемого студентами проекта</p>
6	Формируемая участниками образовательных отношений	
7	Моделирование реальных процессов	<p>Модуль включает две дисциплины – "Метод молекулярной динамики" и "Регулярная и хаотическая динамика". 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: гамильтонов хаос в модели Заславского-Чирикова, диссипативный хаос в непрерывной модели Лоренца, дискретных моделях Хенона и Икеды. Даны основы теории мультифрактальной структуры хаотических аттракторов, возникающих в динамике нелинейных диссипативных систем. В дисциплине «Метод молекулярной динамики» рассматриваются базовые принципы</p>

		<p>моделирования атомной структуры различных классов твердых тел. В рамках части, посвященной классической молекулярной динамики, анализируются как простейшие виды межатомных потенциалов, например, потенциал Леннарда-Джонса так и более сложные виды потенциалов с большим числом параметров. Особое внимание уделяется теоретическому и численному описанию систем с беспорядком. Полноценное освоение материала достигается за счет выполнения ряда лабораторных работ. Во второй части курса рассматриваются базовые подходы первопринципной молекулярной динамики, вопросы построения универсальных межатомных потенциалов при помощи технологий машинного обучения.</p>
8	Технико-экономическое обоснование научно-технических проектов в рамках государственных программ	<p>Дисциплина направлена на изучение особенностей формирования заявок на грантовую поддержку научно-технических проектов в рамках государственных программ, финансирования научно-технических проектов и организации управления научно-техническими проектами. В ходе выполнения сквозного задания по курсу разбираются особенности подбора информации и заполнения основных разделов типовой заявки на примере формы заявки в рамках конкурса по Постановлению Правительства РФ № 218.</p>
9	Физическое моделирование квантовых систем	<p>Модуль включает две дисциплины «Нейро-квантовые технологии моделирования» и «Моделирование молекулярных систем». Дисциплина "Нейро-квантовые технологии моделирования" является специальным курсом, служащим базой для формирования компетенций в области прикладных квантовых вычислений. В рамках данной дисциплины рассматривается общая проблематика применения искусственных нейронных сетей (ИНС) в области физического моделирования квантовых систем. Дается развернутое описание методов аналитической работы с квантовыми степенями свободы систем (формализм Гильбертова пространства, принцип его полноты, квантовые гамильтонианы электронных и спиновых моделей). Основная парадигма курса строится на использовании технологии ИНС для решения квантовых гамильтонианов, в рамках которой ИНС применяется для эффективного обращения к элементам Гильбертова пространства. Дисциплина «Моделирование молекулярных систем» направлена на изучение моделей межатомных взаимодействий в твердых телах с различным типом химической связи. Анализируются как простейшие виды межатомных потенциалов, например, потенциал Леннарда-Джонса так и более сложные виды потенциалов с большим числом параметров. Рассматриваются два подхода к построению потенциалов: эмпирический и неэмпирический (из первых принципов), а также вопросы построения универсальных межатомных потенциалов при помощи технологий машинного обучения. Рассматриваются базовые подходы классической и первопринципной молекулярной динамики для описания свойств изучаемых систем.</p>
10	Практика	
11	Производственная практика, преддипломная	<p>Производственная практика направлена на выполнение научно-исследовательской работы по утвержденной теме под руководством действующего ученого кафедры или академического института УрО РАН. Во время преддипломной практики выполняется магистерская диссертация по актуальной теме физики, математики или компьютерных технологий.</p>
12	Учебная практика, научно-исследовательская работа	<p>Практика 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 практики студенты должны ознакомиться с методами получения, обработки и анализа экспериментальных данных, приобрести опыт самостоятельной работы с научной литературой и подготовки научной публикации.</p>
13	Государственная итоговая аттестация	
14	Государственная итоговая аттестация	<p>Государственная итоговая аттестация направлена на установление уровня подготовленности обучающегося к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта УрФУ, федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и образовательной программы по направлению подготовки. Государственная итоговая аттестация включает защиту выпускной квалификационной работы в форме магистерской диссертации. Подготовка магистерской диссертации подразумевает теоретическую и практическую подготовленность выпускника к выполнению профессиональных задач, базируется на знаниях модулей, изучаемых ранее. Магистерская диссертация представляет собой законченную самостоятельную и оригинальную квалификационную работу, содержащую совокупность результатов исследования и научных положений, выдвигаемых автором</p>

		для публичной защиты, имеющую внутреннее единство, свидетельствующее о личном вкладе и способности автора проводить самостоятельные научные исследования, используя при этом полученные теоретические знания, практические навыки.
15	Факультативы	
16	Адаптационный модуль для лиц с ограниченными возможностями здоровья	Адаптационный модуль для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья направлен на формирование практических навыков адаптации и социализации: осознанной саморегуляции, самопрезентации, стабилизации самооценки и межличностного взаимодействия. Модуль включает в себя две дисциплины: Основы личностного роста и Развитие ресурсов организма. Курс «Основы личностного роста (для лиц с ОВЗ)» направлен на формирование гармоничной личности, адаптированной к социальному взаимодействию в высшем учебном заведении. Зрелость и гармоничность личности определяется адекватной реакцией на внешнее воздействие, а также умением эффективно взаимодействовать с окружающими. Для успешного взаимодействия с окружающими людьми, прежде всего, необходимо адекватно оценить собственные преимущества и недостатки. Принимая во внимание, что курс рассчитан на лиц с ограниченными возможностями здоровья, отдельное внимание уделяется психологическим особенностям обучающихся с различными нозологиями. Закономерно, что наличие инвалидности влияет не только на восприятие человека окружающими, но и на его отношение к себе. Курс «Развитие ресурсов организма (для лиц с ОВЗ)» направлен на приобретение навыков мобилизации и оптимизации индивидуальных возможностей обучающегося. Во время взросления человек испытывает максимальное напряжение и стресс, которые могут привести к снижению мотивации, эффективности деятельности и нервному срыву. Процесс адаптации обучающихся является серьезным испытанием для организма.

Руководитель ОП

Мазуренко Владимир Гаврилович