

### Аннотация к рабочим программам модулей

<b>Институт</b>	Физико-технологический
<b>Направление (код, наименование)</b>	03.03.01 Прикладные математика и физика
<b>Образовательная программа (Магистерская программа)</b>	Прикладные математика и физика
<b>Описание образовательной программы</b>	<p>Образовательная программа 03.03.01 Прикладные математика и физика направлена на подготовку научных и инженерно-технических работников, способных организовать деятельность научных коллективов и наукоемких предприятий. Особенностью программы является выраженная научная ориентированность процесса обучения. Направление ориентировано на подготовку высококвалифицированных специалистов, 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 дает возможность обучающимся последовательно овладеть необходимым уровнем квалификации, начиная с профессий лаборанта, обеспечивает включение выпускников в научный процесс без дополнительного переобучения.</p> <p>Программа предполагает фундаментальную подготовку по естественнонаучным и компьютерным дисциплинам достаточную для продолжения обучения по программам естественно-научной магистратуры.</p>

<b>№ п/п</b>	<b>Наименования дисциплин (модулей)</b>	<b>Аннотации модулей</b>
1.	<b>Модули</b>	
2.	<b>Обязательная часть</b>	
3.	<b>Практика эффективной коммуникации</b>	<p>Модуль «Практика эффективной коммуникации» относится к перечню обязательных модулей (дисциплин). Содержание модуля направлено на помощь студентам в овладении специфическими знаниями о самоменеджменте, коммуникативных практиках, навыками делового общения, эффективного командного взаимодействия, сотрудничества и взаимопонимания. Модуль формирует у обучающихся ряд компетенций, необходимых для конструктивного делового и межкультурного общения.</p> <p>Отличительной особенностью одноименного курса является его универсальность и нацеленность на освоение «мягких» компетенций студентов, таких как умение решать сложные задачи, критически мыслить, креативно подходить к достижению профессиональных целей. Структура курса позволяет сделать основной акцент в формировании навыков с помощью тренинговых форм обучения. В ходе изучения дисциплины рассматриваются такие вопросы, как проблемы современной коммуникации в социуме, деловые коммуникации, личная эффективность как основа коммуникативной компетентности, коммуникативная компетентность ее значение в деловой коммуникации, межкультурные различия в деловой коммуникации, деловая коммуникация в компьютерных сетях.</p>
4.	<b>Иностранный язык</b>	<p>Данный модуль направлен на изучение иностранных языков на технических факультетах со стандартным (340 часов) объемом преподавания дисциплины "Иностранный язык". Программа рассчитана на студентов, изучавших данный иностранный язык в средней школе (в этом случае, как правило, знания студентов требуют существенной корректировки, унификации и закрепления). Основной</p>

		задачей дисциплины является формирование у учащихся практических навыков различных видов речевой деятельности: устной речи/ говорения, аудирования / восприятия звучащей речи, чтения и письма.
5.	<b>Безопасность жизнедеятельности</b>	Данный модуль включает одноименную дисциплину. В дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» рассматриваются: современное состояние и негативные факторы среды обитания; принципы обеспечения безопасности взаимодействия человека со средой обитания, основы физиологии и рациональные условия деятельности; анатомо-физиологические последствия воздействия на человека травмирующих, вредных и поражающих факторов, принципы их идентификации; средства и методы повышения безопасности технических средств и технологических процессов; основы проектирования и применения экобиозащитной техники.
6.	<b>Мировоззренческие основы профессиональной деятельности</b>	Дисциплина «История» расширяет на новом, более высоком, уровне исторические знания, полученные в общеобразовательной школе; знакомит с основными историческими школами; воспитывает в студентах дух толерантности, способность ценить духовные и нравственные ценности предыдущих поколений. Этот предмет способствует овладению методами анализа причинно-следственных связей в историческом процессе и способами выработки и формулирования ценностного отношения к историческому прошлому. Дисциплина "Философия" представляет собой введение в философскую проблематику, состоит из двух частей: исторической и теоретической. В теоретическом разделе курса освещены основные проблемы онтологии и гносеологии, а также вопросы социального анализа и ценностно-практического освоения действительности.
7.	<b>Информационные технологии и сервисы</b>	Модуль «Информационные технологии и сервисы» содержит единственную дисциплину с одноименным названием. Модуль нацелен на формирование таких умений и навыков работы с информацией посредством компьютера и информационных технологий (ИТ), чтобы студенты могли в дальнейшем самостоятельно, осознанно и эффективно использовать компьютер и средства ИТ в своей профессиональной деятельности, обобщать и анализировать информацию. Задачи преподавания курса состоят в формировании техники поиска данных из различных информационных источников; выработке умений представления данных наиболее адекватным образом (используя графическое, табличное, текстовое, мультимедиа-представление), обучении коммуникационным навыкам.
8.	<b>Основы проектной деятельности</b>	Модуль «Основы проектной деятельности» содержит единственную дисциплину с одноименным названием. Целью освоения дисциплины является формирование комплексных знаний о сущности и инструментах проектного менеджмента и современных технологий управления проектом. В рамках дисциплины слушатели будут ознакомлены с историей развития инструментов управления проектами; изучат научные, теоретические и методические основы системы оценки эффективности проектов; изучат роль и функции менеджера проекта и членов команды проекта; разовьют навыки творческой работы и креативного мышления направленного на моделирование структуры и основного содержания проектов.
9.	<b>Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности</b>	Дисциплинами этого модуля являются «Математика» и «Физика». Математика (Математический анализ) является средством решения прикладных задач и универсальным языком науки. Основные разделы курса - теория пределов последовательностей и функций одной переменной, дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных. Дисциплина «Физика» посвящена изучению основных физических явлений и современных принципов их экспериментального и теоретического исследования. Первая часть курса включает основы классической механики, термодинамики, молекулярно-кинетической теории макроскопических систем. Вторая часть курса включает основы классической физики электромагнитных явлений, геометрической и волновой оптики.
10.	<b>Математические основы профессиональной</b>	Модуль включает следующие дисциплины: Дополнительные главы математики, Специальные главы математики, Линейная алгебра, Функции комплексного переменного, Теория вероятностей и математическая статистика, Дискретная математика и математическая логика, Вычислительная математика.

	<b>деятельности</b>	Задачами модуля является изучение дополнительных глав математики, некоторых разделов дискретной математики, тензорного и векторного анализа. Определенное внимание уделяется теории функций комплексного переменного, случайных величин и их числовых характеристик, рассмотрению основных разделов теории вероятности, включая алгебру событий, алгебру вероятностей, предельные теоремы, теорию цепей Маркова. В курсе Вычислительная математика даются основы численных методов математики для определения актуальных математических величин. Рассматриваются погрешности их определения.
11.	<b>Основные принципы современной химии</b>	Курс Общая и неорганическая химия, составляющий содержание данного модуля, дает базовые знания в области химии и включает изучение основных общетеоретических разделов – классы химических соединений, энергетика химических реакций, химическая кинетика и равновесие, свойства растворов, строение атома, окислительно-восстановительные процессы, а также обзоры некоторых конкретных соединений.
12.	<b>Теоретическая физика</b>	Освоение модуля происходит на протяжении почти всего времени подготовки бакалавров – с 3 по 7 семестр. Входящие в него дисциплины закладывают фундамент современного профессионального образования в области физических наук и служат основой для освоения множества более специализированных курсов. В 3 семестре изучается дисциплина «Аналитическая механика», которая посвящена задачам и методам классической теоретической механики. Излагаются фундаментальные основы классической механики: законы движения материальной точки, систем материальных точек, движения твердого тела. В 4 семестре изучается Электродинамика. Курс посвящен изучению классической электродинамики и строится на основе специальной теории относительности. В 5 семестре изучается Квантовая механика, в 6 семестре – Дополнительные главы квантовой механики. Данный курс является достаточно полным введением в предмет и охватывает все основные вопросы квантовой механики, начиная с основ математического аппарата гильбертовых пространств и заканчивая различными приложениями теории к конкретным физическим задачам. В 6 семестре изучается Статистическая физика. Курс служит основой для изучения физики многочастичных систем. Он включает следующие основные разделы: метод Гиббса в классической статистике, равновесные свойства идеальных и слабонеидеальных классических систем, равновесные ансамбли и статистическая термодинамика, квантовых макроскопические системы, квантовая, фазовые переходы и критические явления. В 7 семестре изучение модуля завершается курсом «Механика и электродинамика сплошных сред», цель которого – ознакомить студентов с принципами количественного описания физических процессов в сплошных средах. Курс включает основы теории упругости, гидродинамику нормальных жидкостей, теорию распространения упругих и электромагнитных волн в веществе, теорию теплопроводности. В заключение рассматриваются вопросы турбулентности и магнитной гидродинамики.
13.	<b>Физическая культура и спорт</b>	Модуль посвящен практическому изучению закономерностей, принципов и методов физкультурно-спортивной деятельности по физическому совершенствованию личности. Он направлен на формирование у студентов способности к использованию разнообразных средств развития физической культуры, сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки.
14.	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>	
15.	<b>Физические основы</b>	Модуль включает дисциплины «Уравнения математической физики» и «Прикладная теория групп», которые изучаются в 4 семестре.

	<b>профессиональной деятельности</b>	В курсе «Уравнения математической физики» на основе методов функционального анализа излагается теория гильбертовых пространств, элементы теории специальных функций (ортогональных многочленов, цилиндрических функций и др.), методы решения наиболее фундаментальных уравнений – волнового уравнения, уравнения диффузии и др., основы вариационного исчисления. Курс прикладной теории групп посвящен изучению методов математического описания симметрии и применений этих методов в физике. Особое внимание уделяется теории представлений точечных групп симметрии. Рассматриваются наиболее распространенные в физике конечные точечные группы, элементы теории групп Ли на примере группы вращений, основные понятия теории пространственных групп, связанные с физикой кристаллов. Подробно изучаются применения методов теории групп в физических задачах.
16.	<b>Атомная и ядерная физика</b>	В состав модуля входят три дисциплины. В 4 семестре студенты изучают «Теоретические основы атомной физики». Эта дисциплина является частью университетского курса общей физики и посвящена изучению внутриатомных процессов. Главное внимание в ней уделяется выяснению физического смысла основных понятий и законов атомной физики, установлению границ применимости этих законов, развитию у студентов навыков физического мышления, умения ставить и решать конкретные задачи. В 5 семестре студенты проходят вторую дисциплину модуля - Практику по атомной физике в лаборатории, приобретая ценные практические навыки постановки физических измерений, обработки и анализа результатов измерений. Дисциплина «Основы ядерной физики» так же изучается в 5 семестре. Она является завершающей частью курса общей физики и служит введением в физику ядерных явлений. В ней рассматриваются следующие основные вопросы: свойства стабильных ядер, важнейшие модели ядер, альфа- и бета- распад, гамма-излучение, искусственная радиоактивность, ядерные реакции, источники энергии и эволюция звезд.
17.	<b>Основы информатики</b>	Модуль включает дисциплины «Языки программирования C++, Python, Fortran» (2 семестр), «Параллельные вычисления» (3 семестр) и проект по модулю (3 семестр). В результате освоения модуля студенты получают необходимые знания и навыки для проведения моделирования физических процессов численными методами. Особое внимание уделяется работе в среде MPI: сюда входит обсуждение общей организации и основные понятия MPI, рассмотрение базовых функций MPI, коллективных операций и работа с группами и коммутаторами. Практическая часть курса позволяет студентам получить опыт работы в операционных системах UNIX-типа и проводить параллельные вычисления на многопроцессорных кластерных системах в среде MPI.
18.	<b>Основы численного эксперимента</b>	Модуль включает курс Вычислительная физика и проект по модулю. Курс вычислительной физики посвящен изучению методических основ применения численных методов к решению широкого класса физических проблем, начиная с простой классической задачи движения одного тела и заканчивая квантовыми многочастичными моделями. Поскольку активное участие в численном моделировании вырабатывает более глубокое интуитивное понимание физических концепций, то основной целью курса является обучение студентов тому, как можно сформулировать и решить поставленную задачу на компьютере. В ходе практических занятий студенты проводят научные исследования при помощи компьютерного моделирования, что позволяет глубже понять используемые методы и процесс сведения физической проблемы к математической модели.
19.	<b>Машинное обучение</b>	Модуль включает в себя три дисциплины «Введение в специальность», «Квантовое машинное обучение», «Машинное обучение для физиков». Курс «Введение в специальность» состоит из авторских лекций ведущих преподавателей кафедры и ученых института физики металлов УрО РАН, посвященных конкретным актуальным научным проблемам физики и материаловедения, решаемых с помощью современных численных методов и алгоритмов. В дисциплине "Квантовое машинное обучение" подробно рассматриваются математические основы технологий машинного обучения (формализм искусственных нейронных сетей, а также методы их "обучения": общие, т.е. сводящиеся к задаче на оптимизацию, и частные, например, метод обратного распространения ошибки). В данном научном

		<p>контексте ключевая новая компетенция, на формирование которой нацелена дисциплина - это навыки применения технологий машинного обучения для численного решения спиновых и электронных квантовых Гамильтонианов, для которых стандартные подходы оказываются неприменимыми в силу ограниченности вычислительных ресурсов. Дисциплина "Машинное обучение для физиков" состоит из двух разделов, первый из которых служит введением в теорию машинного обучения, а второй нацелен на применение полученных знаний для решения актуальных задач современной физики. Рассматриваются как простейшие методы, так и нейронные сети различной структуры, а также сферы их применимости. Подробно изучаются алгоритмы оптимизации, включая перспективную методику частично контролируемого обучения, способы подбора подходящей структуры и параметров метода, нюансы, связанные с набором и предобработкой входных данных. В качестве объектов исследования выступает широкий спектр моделей классической и квантовой физики, включая ячеичную перколяцию, диффузионное движение и магнитные системы, описываемые гамильтонианами различной степени сложности.</p>
20.	<p><b>Квантовые вычисления</b></p>	<p>Модуль содержит две дисциплины «Квантовые компьютеры и квантовые вычисления», «Численные методы материаловедения» и Проект по модулю.</p> <p>Целью курса “Квантовые компьютеры и квантовые алгоритмы” является обучение способности формулировать задачи для их решения на квантовых вычислительных устройствах. В рамках курса рассматривается предыстория возникновения квантовых вычислений, а также основные понятия теории такие, как кубит, сфера Блоха, квантовые логические элементы, квантовые схемы, принцип суперпозиции, запутанность. Разбираются известные квантовые алгоритмы и процедуры коррекции ошибок. Особое внимание уделяется методам моделирования физических процессов на квантовых компьютерах. В отдельной части курса изучается физическая реализация квантовых вычислительных устройств, моделей квантовых симуляторов и шума.</p> <p>Курс «Численные методы материаловедения» предназначен для студентов, специализирующихся в области физики конденсированного состояния вещества, физики магнитных явлений и материаловедения. В данном курсе рассматривается численное решение типовых задач квантовой физики твердого тела (движение электронов в потенциальной яме и периодическом потенциале, расчет зон Бриллюэна, туннелирование через потенциальный барьер, моделирование доменной границы и ее движения), статистической физики твердого тела (моделирование ферро- и антиферромагнетика в 2-мерной модели Изинга методом метрополиса, моделирование колебаний кристаллической решетки и нахождение фононного спектра). Так же, студенты кратко знакомятся с современным программным обеспечением, применимым для решения подобного рода задач (Mathematica, Matlab и Simulink, COMSOL Multiphysics). Цель курса – рассмотрение примеров решения типовых задач физики твердого тела и обзор современных программных продуктов, их применимости и стоимости. Рассматриваются также квантовые алгоритмы для решения задач физики твердого тела и материаловедения.</p>
21.	<p><b>Основы резонанса</b></p>	<p>Модуль включает дисциплину «Ядерный и электронный резонанс» и является введением в прикладной раздел физики – теорию ядерного и электронного резонанса. Трудно переоценить практическое значение методов и результатов, накопленных в физике магнитного резонанса. Так, всем известно применение магниторезонансной томографии в медицине. В данном курсе излагаются основные понятия и принципы магнитного резонанса, а также стационарные и импульсные резонансные методы исследования свойств веществ. В частности, анализируется поведение неравновесной намагниченности с классической и квантовой точки зрения с учетом релаксационных процессов, протекающих в системе, механизмы продольной (спин-спиновой) и поперечной (спин-решеточной)</p>

		релаксации.
22.	<b>Физика твердого тела</b>	Модуль образован одноименной дисциплиной и обеспечивает базовые знания по одному из фундаментальных разделов современной физики. Он включает традиционные главы физики конденсированного состояния: теорию динамики кристаллической решётки, физику электронных состояний в идеальном кристалле, кинетические явления в твёрдых телах и основы теории магнетизма.
23.	<b>Полевые методы в физике</b>	Модуль включает в себя 2 дисциплины: Квантовая теория магнетизма и Методы функции Грина. В дисциплине "Квантовая теория магнетизма" студенты изучают современные представления о природе магнетизма твердых тел с точки зрения квантовой теории. Осваивают навыки работы с современными теоретическими методами описания свойств систем магнитных моментов, знакомятся с физическими основами экспериментальных методик измерения магнитной восприимчивости и намагниченности. В курсе «Методы функции Грина» рассматриваются функции Грина при нулевой температуре, запаздывающая и опережающая функции Грина. Дается определение функций Грина многочастичной системы. Изучаются функция Грина при конечной температуре и ряды возмущений и диаграммная техника для температурных функций Грина, теория линейного отклика, формулы Кубо, флуктуационно-диссипативная теорема. Определенное внимание уделяется неравновесным функциям Грина. Неравновесная причинная функция Грина: определение. Контурное упорядочение и три дополнительные неравновесные гриновские функции. В практическом аспекте рассматриваются методы квантовой теории поля в сверхпроводимости. В том числе функции Грина сверхпроводника: формализм Намбу-Горькова, матричная структура теории, элементы теории сильной связи, уравнения Горькова для гриновских функций, токопроводящее состояние сверхпроводника, разрушение током сверхпроводимости, Андреевское отражение.
24.	<b>Современная микрофизика</b>	Модуль включает в себя 2 дисциплины: Физика магнитных явлений и Физика наномасштабных систем. Целью освоения дисциплины «Физика магнитных явлений» является формирование компетенций студентов по одному из актуальных направлений современной физики на основе изучения физики магнитных явлений в сильномагнитных веществах (ферромагнетиках, ферритах): магнитных полей в образцах конечных размеров, обменного взаимодействия, магнитной кристаллографической анизотропии, доменной структуры ферромагнетиков, а также основных характеристик магнитомягких и магнитотвердых материалов. Дисциплина Физика наномасштабных систем посвящена изучению основных физических свойств систем с пониженной размерностью: полупроводниковых структур с двумерным газом, квантовых нитей и квантовых точек. Рассматриваются принцип размерного квантования и условия наблюдения размерно-квантованных явлений. Изучаются особенности плотности состояний и статистики в таких системах. Исследуются оптические и кинетические явления в системах с пониженной размерностью, в том числе и магнитных полях. Подробно анализируются новые эффекты, которые реализуются только в таких системах. Описаны основные технологические методы получения квантово-размерных структур и даны примеры практического использования таких структур в нанoeлектронике.
25.	<b>Практика</b>	
26.	<b>Учебная практика, научно-исследовательская работа</b>	Учебная 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. Учебная практика (научно-исследовательская работа) направлена на практическое освоение профессиональных умений и навыков в области научно-исследовательской деятельности. Научно-исследовательская работа включает:

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- выбор темы исследования;</li> <li>- выполнение индивидуальных заданий;</li> <li>- участие в научно-методическом семинаре кафедры и научно-практических конференциях;</li> <li>- работу с научным руководителем.</li> </ul>
27.	<b>Производственная практика, преддипломная практика</b>	<p>Модуль призван развивать у студентов навыки научно-исследовательской работы, интегрированной в учебный процесс.</p> <p>Производственная и преддипломная практики выполняются под контролем научного руководителя по индивидуальной теме, утвержденной на заседании кафедры.</p> <p>Преддипломная практика предусмотрена в 8-ом семестре обучения студента. Целями преддипломной практики являются закрепление теоретических знаний и закрепление практических навыков в сфере профессиональной деятельности, связанных с темой будущей выпускной квалификационной работы бакалавра. Это позволит повысить инженерно-технический уровень ВКР.</p> <p>Кроме того, в процессе преддипломной практики, как и на предшествующей практике, студент приобщается к социальной среде и приобретает социально-личностные компетенции, необходимые для работы в профессиональной среде.</p> <p>Задачи преддипломной практики заключаются в углубленном изучении вопросов, связанных с темой ВКР бакалавра.</p>
28.	<b>Государственная итоговая аттестация</b>	<p>Государственная итоговая аттестация (ГИА) устанавливает соответствие уровня подготовленности выпускника, осваивающего образовательную программу, к выполнению профессиональных задач и его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (требованиям образовательного стандарта, разрабатываемого и утверждаемого университетом самостоятельно) и ОП по направлению подготовки высшего образования, разработанной на основе образовательного стандарта. Государственная итоговая аттестация состоит из подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР). ВКР – заключительный этап государственной итоговой аттестации, имеющий своей целью демонстрацию выпускником способности самостоятельно проводить разработку проекта, выполнять систематизацию, обобщение и закрепление теоретических знаний, практических умений и профессиональных компетенций. ВКР, как правило, строится на основе нового исследования, но могут обобщать ранее выполненные студентами курсовые работы (проекты). Защита ВКР проводится на открытом заседании ГЭК, где члены ГЭК знакомятся с материалами ВКР и отзывом научного руководителя.</p>