

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Специальный физический практикум
Объём дисциплины	8 ЗЕ (288 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Приборы, техника и методы физического эксперимента и диагностик.	Активные и пассивные методы диагностики (зонды, энергетические анализаторы заряженных частиц); СВЧ диагностические методы (резонаторная, интерферометрия, спектральный состав излучения); Оптическая спектрометрия (модели равновесия, радиационные процессы в плазменных системах); Импедансная спектроскопия (измерения амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик образцов); ЭПР-спектрометрия (методы анализа, анализ фотобиологических процессов, определение величин и констант обменного взаимодействия ионов); Масс-спектрометрия (методы анализа, время-пролетные, квадрупольные и магнитные анализаторы); Рентгеновская спектрометрия (методы анализа, сплошной и линейчатый спектр)
Модели и методы вычислительного эксперимента.	Метод «водяного мешка»; Метод частиц в ячейке; Метод Монте-Карло.
Системы и методы аналитических вычислений	Системы и алгоритмы символьной (аналитической) математики (Системы символьной математики и языки программирования высокого уровня Maple, MatLab и MathCad, Simulink); Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных уравнений

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Компьютерные технологии в науке и образовании
Объём дисциплины	5 ЗЕ (180 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Численно-аналитические пакеты	Понятие о численно-аналитических пакетах. Пакеты Maple, Mathematica и MathLab, принципы построения, пользовательские особенности.
Примеры программирования с использованием численно-аналитических пакетов	Примеры программирования с использованием численно-аналитических пакетов Maple, Mathematica и MathLab. Метод Монте-Карло. Моделирование случайных блужданий. Регулярное и стохастическое движение в асимметричном вихре.
Введение в WEB-дизайн	Приемы и программы для WEB-дизайна, примеры. Создание электронных учебников.
Текстовые процессоры	Программирование в TeX и LaTeX. Принципы, компоновка текста, набор формул, таблиц и рисунков.
Иерархическая организация сетевых протоколов и распространенные стеки протоколов	Модель уровневых протоколов взаимосвязи открытых систем. Проблемы проектирования сетей. Назначение уровневых протоколов. Связь между уровнями. Классификация сетевых физических и логических топологий. Интерфейсы физического уровня. Виды модуляции, применяемые в протоколах физического уровня. Методы обнаружения и исправления ошибок аналоговых и цифровых сигналов. Синхронное управление. Протоколы уровня звена данных.
Стандарты и технологии множественного доступа локальных сетей	Обзор стандартов IEEE 802.x. Система адресации, используемая в стандартах IEEE 802.3–802.11. Обработка коллизий в Ethernet. Оценка пропускной способности сети Ethernet при использовании кадров различной длины. Ограничения, накладываемые на сеть Ethernet

<p>Организация межсетевого взаимодействия на основе технологий TCP/IP</p>	<p>различными типами среды. Стандарты и технологии FastEthernet, GigabitEthernet. Ограничения локальных сетевых технологий канального уровня.</p> <p>Классовая система адресации в IPv4, её основные достоинства и недостатки. Технология бесклассового распределения адресов (CIDR). Протокол ARP. Протокол DNS. Формат пакета IPv4. Общая структура таблицы маршрутизации. Алгоритмы работы с маршрутной таблицей при использовании классовой адресации и CIDR. Протоколы транспортного уровня UDP и TCP.</p>
<p>Сети интегрального обслуживания</p>	<p>Компоненты ISDN. Уровень 1 ISDN. Уровень 2 ISDN.</p>
<p>Сети подвижной цифровой связи</p>	<p>Сети подвижной связи в стандарте GSM. Архитектура сети GSM. Сравнение нагрузочной способности методов мультиплексирования систем в сотовой телефонии FDMA (AMPS), TDMA (GSM), CDMA.</p>
<p>Компьютерное моделирование процессов и систем</p>	<p>Основные понятия теории моделирования, современное состояние и общая характеристика проблемы моделирования информационных процессов. Методологическая основа моделирования. Использование моделирования при исследовании и проектировании информационных систем.</p>

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Иностранный язык в профессиональной деятельности магистра (английский)
Объём дисциплины	6 ЗЕ (216 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Грамматика	Основные грамматические способы построения английского языка: affixation, wordorder. Грамматические категории: tense-forms of a verb, passive and active voice, finite and non-finite forms of a verb, modal verbs, conditionals (0, 1, 2 and 3), comparison. Части речи: nouns, pronouns, adjectives, adverbs, determiners, prepositions. Предложение: simple, compound, complex sentences.
Стилистика английского языка	Выразительные средства английского языка. Стилистические приёмы. Функциональные стили
Теория и практика информационной обработки текста	Совершенствование навыков определения структуры и основной идеи оригинала. Совершенствование навыков определения коммуникативной направленности оригинала. Совершенствование навыков семантической компрессии оригинала для составления вторичного оригинала (реферата или аннотации). Совершенствование навыков операций с основными смысловыми блоками. Совершенствование навыков чёткого соблюдения алгоритма аннотирования и реферирования. Практика написания реферативной сводки на основе нескольких оригиналов, связанных между собой тематически.

<p>Практика ведения дискуссий в деловом общении</p>	<p>Совершенствование умений делать вывод, заключение на основе отреферированных оригиналов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Developing a Delivery Style. 2. Exchanging Opinions. 3. Examine Ideas. 4. Dealing with Facts. 5. Using Visual Aids. 6. Comparing. 7. Persuading.
<p>Теория и практика развития навыков письменной коммуникации</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Punctuation. 2. Introductions. Conclusions. 3. Abbreviations. 4. Background to Writing. 5. Selecting Key Points.

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Современные проблемы физики
Объём дисциплины	3 ЗЕ (108 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Электронная теория проводимости. Теория сверхпроводимости	Классическая теория проводимости Друде и её недостатки. Теория вырожденного электронного газа Ферми. Теория квазичастиц Блоха. Рассеяние квазичастиц в кристалле. Поверхность Ферми. Энергетические зоны Бриллюэна. Металлы, полупроводники и диэлектрики: запрещенные зоны. Эффект Холла. Эффект Мейсснера. Теорема Ландау: сверхпроводник как идеальный диамагнетик. Уравнение Лондонов (1935). Теория Гинзбурга – Ландау. Сверхпроводники первого и второго родов. Вихри Абрикосова. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках. Куперовские пары (теория Бардина – Купера – Шриффера – Боголюбова). Критическая температура, высокотемпературные сверхпроводники. Туннельные контакты сверхпроводников: эффекты Джозефсона. СКВИДы.
Теория сверхтекучести	Опыты П.Л. Капицы с жидким гелием (1938). Фазовая диаграмма состояний для He. Опыты Андроникашвили. Фонтанирование, температурный насос. Бозе – конденсация, теория сверхтекучести Ландау. Второй звук. Вихревые состояния в He II (опыты Вайнена).
Проблемы астрофизики плазменной	Звезды как плазменные образования. Магнитные поля звезд и галактик. Проблема динамо. Аккреция. Магнито-ротационная неустойчивость. Джеты. Космические лучи сверхвысоких энергий.
Квантовая теория магнетизма	Парамагнетизм и диамагнетизм. Закон Кюри и его объяснение по Ланжевену. Ферромагнетизм: закон Кюри – Вейсса. Теория ферромагнетизма Гейзенберга. Ферромагнитные домены. Спиновые

Экзотические состояния вещества	волны в магнетиках в квазиклассическом приближении: уравнение Ландау – Лифшица. Магнитные подрешетки, антиферромагнетизм. Температура Нееля. Топологические солитоны намагниченности. Цилиндрические возбуждения Белавина – Полякова. Жидкие кристаллы. Сегнетоэлектрики и сегнетомагнетики. Композитные материалы (ферроэлектрики, манганиты). Электродинамика материалов с отрицательным показателем преломления (левые среды). Мартенситы, память формы. Квазикристаллы. Фотонные кристаллы.
--	---

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Электродинамика сплошных сред
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Основные представления электродинамики сплошных сред	Уравнения Максвелла. Материальные уравнения. Граничные условия.
Электромагнитные волны в изотропной среде.	Тензор комплексной проводимости и тензор диэлектрической проницаемости в случае однородной и стационарной среды. Дисперсионное уравнение для электромагнитных волн. Вектор поляризации волны. Продольные и поперечные волны. Начальная и граничная задачи. Затухание и нарастание волн.
Энергия электромагнитного поля в среде.	Тензор энергии-импульса. Вектор Пойнтинга. Уравнение сохранения энергии. Укороченные уравнения для квазимонохроматической волны.
Функция распределения частиц. Кинетические уравнения Больцмана, Власова, Ландау	Моменты функции распределения. Центральные моменты. Плотность частиц. Средняя скорость частиц. Тензор напряжений. Тензор потоков тепла. Уравнения для моментов.
Уравнения магнитной гидродинамики (МГД)	Уравнение сохранения массы. Уравнения сохранения импульса. Уравнение сохранения энергии. Уравнения для магнитного поля. Безразмерные параметры в МГД. Магнитное число Рейнольдса. Идеальная МГД. Вмороженность магнитных силовых линий. Диффузия магнитного поля.
Условия равновесия в МГД	Магнитные поверхности. Бессиловые конфигурации магнитного поля. Равновесие цилиндрического плазменного шнура. Тета-

<p>Стационарное течение Гартмана.</p>	<p>и Зет-пинчи. Аксиально-симметричные конфигурации.</p> <p>Уравнение Шафранова-Грэда. МГД - генераторы тока.</p>
<p>Линейные МГД колебания.</p>	<p>Уравнения малых МГД колебаний. Альвеновская волна. Магнитозвуковая волна. Ионный звук. Ускоренная и замедленная магнитозвуковые волны.</p>
<p>МГД устойчивость плазмы</p>	<p>Метод собственных значений. Энергетический принцип. Неустойчивость поверхности плазма - магнитное поле. Неустойчивость Рэлея-Тэйлора. Желобковая неустойчивость плоской поверхности плазма - магнитное поле в модели с эффективной силой тяжести. Неустойчивости зет-пинча. Неустойчивости типа шейки и змейки. Стабилизация неустойчивостей.</p>
<p>Магнитная гидродинамика сильно разреженной плазмы.</p>	<p>Уравнения Чу-Гольдбергера-Лоу. Неустойчивость плазмы с анизотропным давлением.</p>

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	История и методология физики
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Общий обзор развития физики	Основные периоды в развитии физики. Предыстория физики. Период становления физики как науки. Период классической физики. Современная физика
История механики	Истоки механики. Открытие законов движения планет. Предшественники Ньютона. Эра Ньютона. Триумф небесной механики. Ньютонова система мира. Развитие механики после Ньютона. Проблемы механики сплошных сред. Современная классическая механика
История электромагнетизма	Развитие представлений об электрических и магнитных явлениях. Открытие закона Кулона. Открытие законов постоянного электрического тока и законов электромагнетизма. Открытие уравнений Максвелла. Открытие «атомов электричества». Развитие электродинамики. Проблемы электродинамики.
История оптики	Корпускулярная и волновая гипотезы света. Победа волновой теории света. Геометрическая оптика. Интерференция и дифракция. Корпускулярно–волновой дуализм света. Скорость света. Поиски эфира. Создание теории относительности. «Парадоксы» теории относительности. Релятивистская механика. Рассеяние света. Нелинейная оптика. Некоторые проблемы оптики
История теплоты	Всеобщий закон сохранения и превращения энергии. Молекулярно–кинетические представления. Создание термодинамики. Интерпретация второго начала термодинамики. «Тепловая смерть» Вселенной. «Ультрафиолетовая катастрофа». Возникновение квантовых представлений.
История атома	Развитие термодинамики. Современная

Современная физическая картина мира	<p>статистическая физика. Проблема необратимости.</p> <p>Возникновение представлений об атоме. Атомная гипотеза в многовековой период гонений. Научная основа атомной гипотезы. Модели атома. Атом Бора. Открытия, предшествовавшие созданию квантовой механики. «Волны материи». Физика мальчишек». Волновая механика. «Парадоксы» квантовой механики. Современные представления об атоме. Атомное ядро.</p> <p>«Элементарные» частицы. Фундаментальные постоянные физики. Вселенная. Гравитация. Завершена ли физическая картина мира</p>
--	---

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Физика нелинейных процессов
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение	Роль и место нелинейных эффектов. Линейные электромагнитные волны.
Гидродинамические волны	ГД- и МГД-волны. Нелинейность в гидродинамических моделях.
Простые волны	Простые нелинейные волны (опрокидывание, фазовое перемешивание).
Иерархия понятий устойчивости	Устойчивость спектральная, линейная, формальная, по Ляпунову.
Теоремы Ляпунова	1-ая и 2-ая теоремы Ляпунова.
Спектральная теория	Спектр колебаний, линеаризация МГД уравнений. Роль неоднородности.
Солитоны Кортевега – де Вриза (КдВ)	Дисперсия, уравнение КдВ. Свойства солитонов КдВ.
Квазилинейная теория	Квазилинейная теория.
Ленгмюровский коллапс	Ленгмюровский коллапс.
Трехволновое взаимодействие	Трехволновое взаимодействие.
Резонансы	Резонансы в слабонелинейных системах.
Капиллярно-гравитационные волны	Капиллярно-гравитационные волны.

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Вычислительный эксперимент в физике сложных систем
Объём дисциплины	4 ЗЕ (144 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Математическое моделирование и вычислительный эксперимент	Становление понятия вычислительного эксперимента в ходе развития измерительно-вычислительных комплексов. Развитие вычислительного эксперимента в физике сложных систем. Выбор физической модели. Построение математической модели. Разработка вычислительного алгоритма. Разработка прикладного программного обеспечения. Проведение вычислительного эксперимента. Анализ результатов численных экспериментов, сопоставление с результатами натуральных экспериментов.
Методы моделирования одномерных систем	Кинетическое описание коллективных явлений в бесстолкновительной плазме. Уравнение Власова. Решение кинетических уравнений методом преобразований. Численное решение уравнения Власова. Метод «водяного мешка». Метод частиц для одномерных электростатических процессов в плазме. Общая схема метода частиц. Формирование начального распределения частиц. Алгоритм одномерного моделирования методом частиц в ячейке. Примеры моделирования одномерных плазменных систем. Одномерная электромагнитная модель плазмы. Численное решение уравнений движения частиц в электромагнитном поле. Коллективное ускорение ионов релятивистского плазменного сгустка.
Методы моделирования двумерных и трехмерных систем	Метод частиц в ячейке для двумерных и трехмерных электростатических процессов. Этапы разработки сложных программ. Общая схема метода частиц в ячейке для двумерных и трехмерных

<p>Исследование параметров плазменных систем и ускорителей заряженных частиц посредством вычислительного эксперимента</p>	<p>электростатических моделей. Примеры моделирования трехмерных плазменных систем.</p> <p>Постановка вычислительного эксперимента. Проведение вычислительного эксперимента «Удержание и нагрев плазмы в открытых магнитных ловушках в условиях резонансов и авторезонансов». Общая схема эксперимента. Диагностики в вычислительном эксперименте.</p>
<p>Модели генерации многозарядных ионов в ЭЦР источниках</p>	<p>Элементарные процессы, протекающие в ЭЦР плазме. Время жизни ионов. Численные модели генерации МЗИ. Расчет зарядового состояния МЗИ в ЭЦР плазме.</p>
<p>Высокопроизводительные методы вычислений.</p>	<p>Параллельные вычисления в моделировании плазменных процессов методом частиц в ячейке.</p>
<p>Методы визуализации моделируемых процессов.</p>	<p>Визуализация движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях различных пространственных и временных конфигураций.</p>

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Релятивистская и СВЧ электроника
Объём дисциплины	6 ЗЕ (216 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение в предмет	Понятие «сильноточная релятивистская электроника». Коммутация больших токов. Сильноточные высоковольтные коммутаторы — разрядники.
Источники высокого напряжения для сильноточных ускорителей электронов.	Сильноточные ускорители электронов, их типы и параметры.
Формирование импульсов напряжения сильноточных ускорителей электронов.	Длинные линии. Одиночная и двойная формирующие линии. Коаксиальные линии.
Генерация и транспортировка сильноточных релятивистских электронных пучков (РЭП).	Взрывная эмиссия электронов. Взрывоэмиссионный катод. Предельный ток транспортировки аксиально-симметричного трубчатого РЭП в вакуумной трубе
Генерация и транспортировка сильноточных РЭП (продолжение).	Коаксиальный диод с магнитной изоляцией. Предельный ток вакуумного диода. Устойчивость тока транспортировки. Виртуальный катод. Диокотронная неустойчивость.
Диагностика параметров РЭП	Методы диагностики энергии электронов, полного тока, профиля плотности тока, питч-угла траекторий электронов
Проблемы генерации РЭП микросекундной длительности со стабильными параметрами.	Временная и пространственная динамика профиля плотности тока РЭП, причины. Пути стабилизации: многоострый катод, магнитная пробка, метод быстрой магнитной компрессии. Поперечно-лезвийный взрывоэмиссионный катод.
Генерация СВЧ излучения с помощью РЭП.	Черенковские СВЧ-источники: лампа бегущей волны (ЛБВ) и лампа обратной

<p>Диагностика параметров мощных одиночных СВЧ-импульсов.</p>	<p>волны (ЛОВ, карсинотрон). Магнетрон. Виркатор. МІЛО. Гиротрон</p> <p>Методы измерения длительности СВЧ-импульса, энергии, плотности мощности, типа волны (моды), спектра</p>
<p>Эффект укорочения длительности СВЧ-импульса</p>	<p>Особенности генерации наносекундных СВЧ-импульсов суб- и гигаваттной мощности. Причины ограничения длительности импульса, пути преодоления</p>
<p>Плазменная релятивистская СВЧ-электроника</p>	<p>Взаимодействие РЭП с медленными плазменными волнами. Плазменный релятивистский генератор СВЧ-импульсов (ПРГ) – плазменный мазер. Источник плазмы для ПРГ. Управление частотой излучения ПРГ.</p>
<p>Плазменная релятивистская СВЧ-электроника (продолжение)</p>	<p>Продольные моды, узкополосный и широкополосный режимы генерации СВЧ-импульсов. Плазменный релятивистский усилитель СВЧ-импульсов (ПРУ), его отличия от ПРГ.</p>

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Физические принципы ускорения
Объём дисциплины	6 ЗЕ (216 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение	Ускорители заряженных частиц как инструмент изучения законов природы. Различные применения ускорителей заряженных частиц. Энергетическая шкала явлений микромира. Общая характеристика ускорителей: ускорители низкой энергии, средней энергии и ускорители высоких энергий. Основные типы ускорителей: линейные и циклические ускорители. Основные характеристики ускоряемых частиц. Современные ускорители.
Основные механизмы ускорения заряженных частиц	Высоковольтное ускорение. Индукционное ускорение. Принцип резонансного ускорения. Автофазировка. Условие Векслера. Циклотронный авторезонанс. Гиромагнитный авторезонанс. Лазерные методы ускорения. Коллективные методы ускорения. Лазерно-плазменные методы. Метод встречных пучков.
Описание ускоряемых частиц	Фазовое пространство. Фазовые траектории ускоряемых частиц. Сепаратриса. Аксептанс. Фокусировка частиц. Сильная (жесткая) фокусировка.
Линейные ускорители	Основные типы линейных ускорителей. Устойчивость орбит ускоряемых частиц. Фазовые колебания в линейном резонансном ускорителе.
Циклические ускорители	Циклотрон. Бетатрон. Бетатронные колебания. Микротрон. Синхротрон. Синхрофазотрон. Фазотрон. Движение частиц в периодических структурах. Резонансы. Синхротронное излучение. Квантовые флуктуации излучения. Влияние поля пространственного заряда.
Встречные пучки частиц и накопительные кольца.	Светимость. Методы электронного и стохастического охлаждения. Коллайдеры. Большой адронный коллайдер.

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»

В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Физические методы диагностики
Объём дисциплины	3 ЗЕ (108 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Зондовая диагностика.	<p>Методы диагностики физических параметров. Одиночный электрический зонд. Элементарная теория электронной и ионной частей вольт-амперной характеристики зонда в отсутствие магнитного поля.</p> <p>Двойной электрический зонд. Конструкции электрических зондов. Схемы зондовых измерений. Эмитирующий электроны зонд.</p> <p>Определение температуры и концентрации электронной компоненты плазмы. Зондовые измерения в смесях газов и в электроотрицательных газах. Зондовые измерения параметров плазмы, находящейся в магнитном поле. Влияние направленных потоков заряженных частиц на результаты зондовых измерений.</p> <p>Измерение потенциала плазмы по плазменным шумам и с использованием термозонда. «Резонансный» зонд. Автоматизация зондовых измерений. Магнитный зонд: краткая теория, схемы, точность измерения параметров плазмы.</p>
Микроволновая диагностика.	<p>Проводимость и диэлектрическая проницаемость плазмы в высокочастотном поле. Влияние теплового движения электронов на ВЧ-свойства плазмы. Условие слабого воздействия ВЧ электрического поля на параметры плазмы.</p> <p>Электродинамические свойства плазмы, находящейся в магнитном поле. Оборудование, используемое для диагностики параметров плазмы микроволновыми полями. Свойства резонаторов, содержащих плазменную среду. Резонаторная диагностика параметров плазмы.</p> <p>Распространение микроволн в плазменных волноводах. Волноводная диагностика параметров плазмы. Зондирование плазмы пучками микроволн. Распространение микроволн в плазме. Использование проходящих и отраженных волн для диагностики</p>

<p>Лазерная диагностика.</p>	<p>параметров плазмы. Отсечка волн как средство диагностики. Микроволновая интерферометрия.</p> <p>Методы исследования параметров различных сред с визуализацией поля. Интерферометрия с визуализацией поля. Теневое фотографирование. Интерферометрия с фотоэлектрической регистрацией. Типы интерферометров. Диагностика по повороту плоскости поляризации света. Методы диагностики по рассеянию света. Рассеяние электромагнитных волн в плазме. Спектр флуктуации плотности частиц в плазме (изотермическая и неизотермическая плазмы). Нелинейные процессы. Техника эксперимента по исследованию рассеяния света в плазме.</p> <p>Штарк эффект в постоянном и микроволновом полях. Доплеровское и другие механизмы уширения спектральных линий. Связь профиля спектральных линий с параметрами плазмы. Определение электронной температуры по интенсивности спектральных линий. Тормозной и рекомбинационный континуумы. Диагностика параметров плазмы по непрерывному излучению. Оптическая хронография плазмы.</p>
<p>Корпускулярная диагностика.</p>	<p>Методы исследования потоков энергии из плазмы. Измерения полных потоков частиц. Магнитные анализаторы потоков заряженных частиц. Электростатические анализаторы энергии ионов и электронов. Масс-анализ ионов плазмы. Анализ параметров потоков нейтральных частиц. Методы регистрации жесткого излучения из плазмы. Зондирование плазмы атомными пучками. Исследование электрических полей в плазме с помощью пучков заряженных частиц. Электростатические анализаторы энергии ионов и электронов. Масс-анализ ионов плазмы. Анализ параметров потоков нейтральных частиц</p> <p>Методы регистрации жесткого излучения из плазмы. Зондирование плазмы атомными пучками. Исследование электрических полей в плазме с помощью пучков заряженных частиц.</p>

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Физика газовых разрядов
Объём дисциплины	4 ЗЕ (144 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение. Самостоятельный разряд.	Пробой и зажигание самостоятельного разряда в постоянном, однородном электрическом поле. Изменение тока разряда во времени. Потенциал зажигания.
Тлеющий разряд.	Распределение параметров разряда по длине разрядного промежутка. ВАХ тлеющего разряда. Определение условий зажигания тлеющего разряда и его поддержания. Катодный слой и положительный столб тлеющего разряда. Переходные области, диффузионные процессы, контракция, стратифицирование и т.д.
Дуговой разряд	Дуговые разряды и основные процессы в них. Образование и динамика развития лавин.
Искровой разряд	Искровой разряд (лавина, стример), критерий возникновения. Молния
Коронный разряд.	Коронный разряд. Критерий зажигания. ВАХ коронного разряда. Коронный разряд в высоковольтных линиях передач.
Высокочастотный разряд	Высокочастотный разряд ВЧ - емкостной разряд. Критерий зажигания. ВАХ - ВЧЕ разряда. Две формы 2ВЧЕ. ВЧ – индукционный разряд. Критерий зажигания. ВАХ разряда.
Оптический разряд	Оптический разряд. Критерий зажигания.
СВЧ-разряд	СВЧ - пробой, предельные p_d для пробоя. Уравнение кинетики ионизации СВЧ-разряда. Функция распределения частиц по энергиям в СВЧ

<p>Общие свойства и принципы соответствия газовых разрядов</p> <p>Плазменные технологии. Заключение</p>	<p>разряде. СВЧ-разряд в резонаторе.</p> <p>Принципы подобия разрядов.</p> <p>Плазменные технологии. Разряды в лазерах непрерывного действия. Газовые лазеры. Принцип генерации, основные процессы. Практическая реализация газовых лазеров – две модели.</p>
--	---

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Математические методы в физике
Объём дисциплины	3 ЗЕ (108 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Тензоры в трехмерном евклидовом пространстве	Тензоры первого и второго рангов. Тензор второго ранга как аффинор. Определение тензора произвольного ранга. Закон преобразования компонент тензора произвольного ранга. Тензорная алгебра. Антисимметричные тензоры. Получение инвариантов с помощью антисимметричных тензоров. Симметричный аффинор. Разложение аффинора на симметричную и антисимметричную части. Тензорные поля. Дифференцирование тензора поля.
Линейные пространства	Аксиомы линейного пространства. Взаимные базисы. Контравариантные и ковариантные векторы. Тензорное произведение линейных пространств. Базис в тензорном произведении. Координаты тензора.
Аффинное пространство n измерений	Точечно - векторная аксиоматика аффинного пространства. Аффинная координатная система. Преобразование аффинного репера. Общее понятие о тензоре. Задача тензорного исчисления. Основные операции тензорной алгебры: сложение тензоров, умножение тензоров, свёртывание тензора, операция подстановки индексов. Ориентация в n -мерном аффинном пространстве.
Евклидово пространство n измерений	Понятие о евклидовом пространстве. Тензорная алгебра в евклидовом пространстве. Тензорная алгебра в евклидовом пространстве. Ортонормированный репер. Собственно евклидовы пространства. Псевдоевклидовы пространства. Двумерное псевдоевклидово пространство. Вращение ортонормированного репера в псевдоевклидовой плоскости. Измерение площадей и углов на псевдоевклидовой плоскости. Трёхмерное

	<p>псевдоевклидово пространство индекса 1. n-мерное псевдоевклидово пространство индекса 1. Ортогональные и псевдо-ортогональные преобразования. Квазиаффинная и аффинная группы преобразований. Группа квазидвижений и группа движений в евклидовом пространстве. Измерение объемов в вещественном евклидовом пространстве. Понятие о геометрическом объекте. Линейные геометрические объекты в аффинном и евклидовом пространствах.</p>
Дифференцируемые многообразия и тензоры	<p>Определение многообразия. Тензоры на многообразии. Метрический тензор в векторном пространстве. Поле метрического тензора на многообразии. Касательное аффинное пространство.</p>
Римановы пространства и пространства аффинной связности	<p>Риманово пространство. Евклидово пространство R_n как частный случай риманова пространства. Неевклидовы пространства. Измерение объемов в римановом пространстве V_n. Пространство аффинной связности.</p>
Аппарат абсолютного дифференцирования	<p>Параллельный перенос вектора в пространстве аффинной связности. Абсолютный дифференциал и абсолютная производная. Абсолютное дифференцирование в римановом пространстве V_n. Кривые в римановом пространстве V_n. Геодезические в римановом пространстве V_n.</p>
Тензор кривизны	<p>Тензор кривизны, его свойства и геометрическим смысл. Кривизна риманова пространства в данной точке в данном двумерном направлении. Тензор кривизны в случае двумерного риманова пространства V_2. Пространство постоянной кривизны. Конформное соответствие римановых пространств.</p>

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»

Наименование дисциплины	Теория атомного ядра
Объём дисциплины	3 ЗЕ (108 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Типы взаимодействий частиц и ядер	Элементарные и фундаментальные частицы. Общая характеристика 4 типов взаимодействия элементарных частиц: сильного, электромагнитного, слабого и гравитационного. Масштабы физических величин (энергий, расстояний) в ядерной физике и физике элементарных частиц. Стабильные нестабильные ядра. Магические ядра. Изотопы и изомеры. Энергия связи ядер. Размеры и форма ядер. Методы их определения.
Ядерные модели. Природа ядерных сил. Дейтрон	Классификация ядерных моделей. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера. Оболочечная модель ядра. Обобщенная модель ядра. Модель кварковых мешков для ядер. Короткодействие. Квантовые обменные виртуальные процессы. Пионная теория Юкавы. Включение других скалярных и векторных мезонов. Современный подход к объяснению механизма ядерного (сильного) взаимодействия. Глюоны и кварки. Дейтрон в приближении центральных сил. Дейтрон в приближении трехмерной мерной сферической ямы. Проблема дейтрона с учетом нецентрального характера ядерных сил.
Ядерные реакции. Зарядовая симметрия сильных взаимодействий	Основные понятия и определения. Общие свойства ядерных реакций. Упругие и неупругие ядерные реакции. Процессы деления и синтеза ядер. Прямые, резонансные и нерезонансные реакции. Реакции срыва, подхвата, захвата и др. Фотоядерные, электроядерные реакции и др. Законы сохранения в ядерных реакциях. Альфа - распад. Особенности альфа - распада. Прохождение частиц через потенциальный барьер (туннельный эффект). Бета - распад. Энергетический спектр электронов в процессе бета - распада. Методы определения массы нейтрино. Фермиевские и Гамов - Теллеровские переходы. Гамма - распад. Ядерная изомерия. Эффект Мёссбауэра. Измерение красного смещения.
Уравнение Дирака. Поляризационная матрица плотности	Метрика Паули и метрика Бьёркена в пространстве Минковского. Уравнение Дирака для фермионов в релятивистской квантовой механике. Различные представления (формы записи) уравнения Дирака. Свойства α -матриц Дирака и γ -матриц фон Неймана. Спин как циркуляция потока энергии в поле волны электрона. Спиральность и киральность. Двухкомпонентная формулировка уравнения Дирака.
Релятивистская теория квантовых переходов. Методы вычисления	Релятивистская квантовая теория возмущений для частиц со спином. Общая формула для вероятности перехода поляризованного фермиона из начального состояния в конечное состояние в результате взаимодействия. S -матрица. Диаграммы Фейнмана. Общие формулы

матричных элементов	для вероятностей распада поляризованных фермионов и сечений рассеяния поляризованных и неполяризованных фермионов на других частицах и ядрах. Физические и нефизические расходимости.
Релятивистская теория рассеяния. Формула Мотта. Формула Розенблюта	Релятивистская кинематика процессов рассеяния. Методы учета энергии и импульса отдачи частиц и ядер мишени. Лабораторная система, система центра масс и произвольная система отсчета. Формула для дифференциального и полного сечений рассеяния релятивистских фермионов на произвольном потенциале. Рассеяние неполяризованных релятивистских точечных электронов неподвижным кулоновским центром. Формула Мотта для сечения рассеяния. Предельный переход к нерелятивистскому случаю и получение формулы Резерфорда. Рассеяние релятивистских точечных электронов на протонах с учетом их структуры. Электрический и магнитный форм-факторы. Формула Розенблюта.
Групповой подход к классификации частиц. Мультиплеты частиц в группах $SU(2)$, $SU(3)$, $SU(4)$	Стабильные и нестабильные частицы. Резонансы. Первые попытки классификации элементарных частиц по их массам и спинам. Современный подход к классификации частиц, основанный на их взаимодействиях. Элементарные и фундаментальные частицы. Алгебра генераторов унитарных групп $SU(N)$. Фундаментальные, сопряженные, приводимые и неприводимые представления групп $SU(N)$. Схемы Юнга. Мультиплеты нуклонов, скалярных и векторных мезонов, барионов и барионных резонансов. Массовые соотношения. Модель Ферми - Янга и модель Сакаты.
Слабое взаимодействие. Теория Ферми. Правило отбора Ферми и Гамова-Теллера	Попытки объяснения непрерывного энергетического спектра электронов, испускаемых в процессах β^\mp - распада ядер. Различные интерпретации этого явления. Гипотеза Паули. Аналогия с электродинамикой. Гамильтониан слабого взаимодействия. Основы теории Ферми (V - вариант) β^\mp - распада ядер.
Несохранение P-четности. $V - \lambda A$ взаимодействие. Дискретные симметрии	Обобщение теории на случай суперпозиции S, V, A, T, P - вариантов при сохранении P - четности. Несохранение пространственной четности. Предсказания Ли и Янга и эксперимент Ву. Первые попытки объяснения несохранения P -четности двухкомпонентностью безмассового нейтрино.
Ток - токовая теория слабого взаимодействия. Физика нейтрино. Масса нейтрино и нейтринные осцилляции. Модель Вайнберга - Салама	Обобщение на все частицы. Диагональные и недиагональные процессы. Угол Кабиббо. Универсальность константы слабого взаимодействия G_F . Дираковские, Вейлевские и Майорановские нейтрино. Электронные, мюонные и тауонные нейтрино. Лептонные числа. Различные законы их сохранения. Проблема массы нейтрино. Способы ее экспериментального определения. Нейтринные осцилляции и их классификация. Теоретические следствия и сравнение с экспериментальными данными. Атмосферные, солнечные, галактические и космические нейтрино.

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

Факультет физико-математических и естественных наук

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Теория элементарных частиц и кварков
Объём дисциплины	4 ЗЕ (144 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение в курс. Простейшие квантовые модели структуры атомных ядер	Первые представления о структуре частиц. Составные модели. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Модель Иваненко -Гейзенберга для атомных ядер, состоящих из нейтронов и протонов. Описание структуры ядер в рамках нерелятивистской квантовой механики. Ядерные форм-факторы. Структура ядер $1p$ -оболочки. Релятивистская теория рассеяния электронов на ядрах $1p$ -оболочки и экспериментальное определение распределения ядерной материи.
Феноменологическое описание структуры элементарных частиц	Высокоэнергетическое рассеяние электронов на точечных протонах. Формула Мотта. Протон как протяженная частица. Дираковский и Паулевский форм-факторы. Их связь с плотностью распределения электрического заряда и магнитного момента. Формула Розенблюта. Опыты Хофштадтера по экспериментальному определению структуры протона. Электрический и магнитный форм-факторы протона и нейтрона. Их физический смысл и экспериментальное определение. Описание структуры мезонов и гиперонов.
Нелинейные модели теории полей и частиц. Составные модели частиц	Описание характеристик частиц в рамках нелинейных теорий. Частицеподобные решения нелинейных уравнений как образы протяженных частиц. Достигнутые результаты в описании свойств частиц и полей, трудности нелинейных теорий. Модели Ферми - Янга и Окуня - Сакаты. Атомные модели Голдхабера и Фриша. Описание внутренней структуры частиц с помощью нового уравнения Дирака (1971). Кварковые модели. Унитарные симметрии. Симметрия $SU(3)$. Введение спина. Симметрия $SU(6)$. Массовые соотношения. Глубоко-неупругое электрон - протонное рассеяние. Скейлинг и его нарушение. Партоновая модель. Кварки в роли партонов. Цветные кварки. Великое объединение.

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»

В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Спецлаборатория по квантовой и интегральной оптике
Объём дисциплины	6 ЗЕ (216 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение.	Основы построения локальных гибридных оптико-коаксиальных сетей кабельного телевидения.
Волоконно-оптические кабели.	Передача света по оптическому волокну. Типы и характеристики оптических волокон. Структура волоконно-оптического кабеля. Соединение оптических волокон. Пассивные компоненты ВОЛС.
Оптические модуляторы.	Методы модуляции оптической несущей (непосредственная, внешняя). Типы оптических модуляторов – акустооптические, электрооптические. Оптические волновые конверторы. Типы и принципы построения волновых конверторов. Оптоэлектронные конверторы, конверторы на основе оптической перекрестной модуляции, конверторы на основе эффекта четырехволнового смешения. Оптические усилители.
Оптические мультиплексоры ввода-вывода.	Структура оптических мультиплексоров первого и второго поколений. Оптические технологии ввода-вывода несущих. Основные требования, предъявляемые к фильтрам ввода-вывода.
Фильтры на основе оптоволоконных дифракционных решеток Брэгга, резонатора Фабри-Перо.	Фильтры на основе оптоволоконных дифракционных решеток Брэгга, резонатора Фабри-Перо.
Интерференционные фильтры на тонких пленках. Поляризационные фильтры на	Интерференционные фильтры на тонких пленках. Поляризационные фильтры на

<p>жидких кристаллах.</p> <p>Диэлектрические оптические волноводы.</p> <p>Частотная зависимость показателя преломления диэлектрика.</p> <p>Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах, элементы и устройства с их использованием</p>	<p>жидких кристаллах.</p> <p>Планарный диэлектрический волновод. Направляемые волны. Дисперсионное уравнение планарного волновода.</p> <p>Линейный и квадратичный электрооптические эффекты. Нелинейно-оптические эффекты в безграничном диэлектрике. Условия проявления нелинейно-оптических свойств диэлектрических сред.</p> <p>Эффекты комбинационного и вынужденного комбинационного рассеяния в волоконных световодах. ВКР лазеры и усилители, основные схемы и области применения. Основные принципы построения системы мониторинга волоконно-оптических сетей.</p>
--	--

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Когерентная оптика и голография
Объём дисциплины	3 ЗЕ (108 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Пространственные спектры волн с модуляцией волнового фронта.	Плоская оптическая волна, ее параметры. Оптическая волна с пространственной модуляцией волнового фронта. Разложение волны с пространственной модуляцией в пространственный спектр. Пространственные частоты.
Интерференция оптических волн. Применение интерференции для измерений физических величин.	Интерференция двух плоских волн. Влияние амплитуд и фаз оптических волн на вид интерференционной картины. Принципы интерферометрии. Применение интерферометрии для измерений неровностей поверхностей.
Дифракционный интеграл.	Дифракционный интеграл. Оптическое изображение. Связь между распределениями поля в двух плоскостях оптической системы в параксиальном приближении. Переход к приближению Фраунгофера.
Анализ оптических систем, содержащих линзы.	Анализ оптической схемы, состоящей из транспаранта и линзы. Функция пропускания тонкой линзы. Формирование Фурье-преобразования в фокусе линзы. Применение оптической схемы с линзой для пространственной фильтрации пространственных спектров. Метод фазового контраста.
Основы голографии и некоторые ее применения.	Принцип голографии. Качественное различие между голографической и фотографической записью изображения. Свойства среды для записи голограммы.

<p>Голографическая обработка оптических сигналов.</p> <p>Основы акустооптики.</p>	<p>Схема записи голограммы с наклонным опорным пучком. Основные соотношения. Схема восстановления голографического изображения. Основные уравнения. Анализ дифрагированных волн. Мнимое и действительное изображения. Условие разделения спектров дифрагированных волн. Особенности техники голографических экспериментов. Принципы голографической интерферометрии.</p> <p>Фурье-голография. Схема записи и восстановления Фурье-голограммы. Основные уравнения. Нечувствительность положения восстановленного изображения к сдвигу голограммы.</p> <p>Принципы акустооптической обработки радиосигналов</p>
---	---

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Физика полупроводников и оптоэлектронных устройств
Объём дисциплины	4 ЗЕ (144 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Зонная структура твердых тел.	Энергетическая диаграмма изолированного атома. Уравнение Шредингера для периодического потенциала. Зонная структура полупроводников Si, Ge, GaAs.
Статистика электронов в твердом теле.	Уровень Ферми. Собственная проводимость. Примесная проводимость. Основные и неосновные носители заряда.
Перенос и рассеяние носителей в однородных полупроводниках	Механизмы рассеяния: примесное рассеяние, рассеяние на акустических фононах, рассеяние на оптических фононах, рассеяние на дефектах, электрон-электронное рассеяние.
Процессы переноса в неоднородных полупроводниках	Диффузия свободных носителей заряда. Ток диффузии. Ток дрейфа. Возникновение внутреннего поля в неоднородном полупроводнике. Соотношения Эйнштейна. Уравнение непрерывности. Система уравнений для описания потенциалов, полей и токов. Время жизни неосновных носителей заряда. Уравнение диффузии. Диффузионная длина.
Теория p-n перехода	Резкий и диффузный p-n переходы. Распределение заряда, структура поля и потенциала в переходе. Распределение концентрации основных и неосновных носителей. Переход в состояние равновесия. Обедненный слой. Диод под внешним напряжением. Формула Шокли. Вольт-амперные характеристики. Барьерная емкость перехода и сопротивление базы.

Биполярный транзистор	Типы транзисторов. Теория работы транзистора. Токи созданные основными и неосновными носителями. Вольтамперные характеристики. Модель Эберса-Молла.
Явления на резкой границе раздела материалов	Контакт металл-полупроводник. Барьер Шоттки. Омический контакт. Структура металл-диэлектрик-полупроводник. Структура металл-окисел-полупроводник. Плотность поверхностных состояний. Гетеропереход.
Полевой транзистор на основе структуры металл-диэлектрик-полупроводник	Принцип работы транзистора. Эффект поля. Распределение потенциала и поля в приборе. Статические вольтамперные характеристики. Типы транзисторов.
Оптоэлектронные приборы	Принцип работы фотодетекторов. Светоизлучающие приборы. Взаимодействие оптического излучения с полупроводником. Образование фотоносителей. Фотоэлектрические эффекты в р-п переходе. Принцип действия светоизлучающих приборов. Излучательная рекомбинация.

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

03.04.02 «Физика» специализация «Фундаментальная и прикладная физика»

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Наименование дисциплины	Классическая и квантовая теория поля
Объём дисциплины	6 ЗЕ (216 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Основы классической теории поля	Вариационный принцип в теории поля. Действие как аддитивный функционал. Формула Адамара для вариации действия. Теоремы Нетер и законы сохранения в классической теории поля. Внешние и внутренние группы симметрии. Релятивистский центр тяжести. Вариационная производная. Томонаги и канонический формализм в теории поля. Лагранжев и гамильтонов формализмы. Скобка Пуассона в теории поля. Уравнения Гамильтона и Гамильтона–Якоби. Классические теоремы смещения, вращения и заряда. Интегральный инвариант Пуанкаре–Картана
Групповые методы в теории частиц (нерелятивистская физика)	Инфинитезимальный метод построения неприводимых представлений групп Ли. Операторы Казимира и наблюдаемые. Неприводимые представления группы вращений $SO(3)$ и ее универсальной накрывающей $SU(2)$. Отображение Картана и реализация представлений в пространстве однородных полиномов.
Групповые методы в теории частиц (релятивистская физика)	Неприводимые представления группы Лоренца и ее универсальной накрывающей $SL(2, \mathbb{C})$. Бесконечность унитарных представлений группы Лоренца. Алгебра Ли группы Пуанкаре. Вектор Паули–Баргмана–Любанского–Широкова и операторы Казимира группы Пуанкаре. Малые группы и метод индуцированных представлений.
Уравнение Дирака	Уравнение Дирака и свойства его решений, оператор Вигнера. Решение задачи Коши для уравнения Дирака. Структура наблюдаемых и канонический формализм для поля Дирака. Разложение по спинорному базису (каноническому и спиральному).
Внутренние группы симметрии	Основные типы взаимодействий элементарных частиц. Трехчастичные взаимодействия Юкавы и четырехфермионные взаимодействия. Теорема переместительности Фирца. Кварки и лептоны, проблема поколений.
Принцип калибровочной симметрии	Локализация внутренних групп симметрии и векторные калибровочные поля. Теория Янга – Миллса. Кварки и глюоны как калибровочные партнеры, носители цвета в квантовой хромодинамике.
«Наивный» подход к квантованию полей	Основные принципы квантовой механики систем с конечным числом степеней свободы. Правило квантования Дирака как соответствие «скобка Пуассона \rightarrow коммутатор». Функциональный метод квантования бозонных полей

	(конфигурационное представление).
Метод вторичного квантования	Метод вторичного квантования как обобщение задачи о гармоническом осцилляторе: поле как совокупность осцилляторов. Представление чисел заполнения. Пространство Гильберта для поля как бесконечное тензорное произведение пространств $L^2(\mathbb{R})$, его несепарабельность.
Элементы теории обобщенных функций	Плоские волны и необходимость рассмотрения ненормированных (топологических) функциональных пространств. Задание топологии с помощью счетной системы полунорм. Полные метризуемые локально выпуклые пространства (пространства Фреше) и их элементы – основные функции.
Тензорное представление операторов в пространстве Фока	Пространство Фока как прямая сумма n -частичных пространств. Элементарные операторы в пространстве Фока: оператор числа частиц, операторы тензорного умножения и свертки и операторы симметризации и антисимметризации.
Общие принципы квантования полей	Правило квантования Дирака и необходимость его обобщения в теории поля. Динамический принцип Швингера–Фейнмана как квантовый принцип стационарного действия. Отождествление канонических и унитарных преобразований, генераторами которых служат вариации квантового действия.
Квантование скалярного поля	Структура решений однородного и неоднородного уравнений Клейна–Гордона–Фока. Функция Паули–Иордана и решение задачи Коши. Запаздывающая и причинная функции Грина.
Квантование массивного векторного поля	Уравнения Прока как обобщение уравнений Максвелла, условие Лоренца. Решение задачи Коши для уравнений Прока. Фурье-представление решений и структура наблюдаемых: энергия, импульс, спин. Перестановочные соотношения для полей и фурье-амплитуд. Круговой (циклический) базис. Структура пропагатора.
Квантование электромагнитного поля	Поперечность реальных фотонов и нековариантность кулоновской калибровки. Лагранжиан Ферми и независимое квантование 4-потенциалов. Противоречивость перестановочных соотношений и определения вакуума.
Квантование спинорного поля	Лагранжиан и гамильтониан Дирака. Канонический формализм для уравнения Дирака. Разложение решения уравнения Дирака по базисным спинорам. Структура наблюдаемых и скалярного произведения. Антиперестановочные соотношения. Структура пропагатора.
Матрица рассеяния в квантовой теории поля	Различные квантовые схемы (картины): Гейзенберга, Шредингера, Дирака (взаимодействия). Учет взаимодействия в представлении Гейзенберга, фермионные и бозонные квантовые токи. Уравнения Янга–Фельдмана для интерполирующих полей.
Правила Фейнмана в квантовой электродинамике	Представление S -матрицы в виде функционального степенного ряда относительно функции включения взаимодействия. Теорема Вика для нормального и T -произведений.
Учет радиационных поправок (теория возмущений)	Петлевые диаграммы и расходимости S -матрицы. Регуляризация причинных функций по Паули–Вилларсу. Учет размерных соображений и теорема Гейзенберга о ренормируемых и неренормируемых взаимодействиях.
Метод полных функций Грина	Сильно- и слабо-связные графы, скелетные диаграммы и их суммирование по Дайсону. Полные функции Грина электрона и фотона и уравнения Дайсона. Спектральное представление Челлена–Лемана для полных функций Грина.
Аксиоматическая теория S-	Теория рассеяния Хаага–Рюэля и требование асимптотической

матрицы	полноты. Редукционные формулы Лемана–Симанцика–Циммермана для элементов S-матрицы и схемы Боголюбова–Медведева–Поливанова и Вайтмана в аксиоматической локальной теории поля
----------------	--

Руководитель направления
03.04.02 «Физика»



В.И. Ильгисонис