

Национальная академия наук Беларуси
Государственное научное учреждение «Институт физики имени
Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси»



XI Международная школа-конференция
молодых учёных и специалистов
«Современные проблемы физики – 2024»

Минск, 24–26 апреля 2024

Программа и краткие тезисы докладов

Минск, 2024

«Современные проблемы физики-2024», междунар. школа-конф. молодых учёных и специалистов (2024; Минск). XI Международная школа-конференция молодых учёных и специалистов «Современные проблемы физики-2024», 24–26 апреля 2024 г. [Текст]: [прогр. и краткие тез.докл.]/Минск: Институт физики НАН Беларуси, 2024. – 40 с.; 14 см. – В надзаг.: Национальная академия наук Беларуси, Институт физики НАН Беларуси. – 60 экз.

Издание представляет собой программу и краткие тезисы докладов XI Международной школы-конференции молодых учёных и специалистов «Современные проблемы физики – 2024», организованной 24–26 апреля 2024 года в Институте физики НАН Беларуси. Представленные доклады охватывают широкий круг современных интенсивно развиваемых разделов физики: оптика, лазерная физика и оптические технологии; теоретическая физика и физика фундаментальных взаимодействий; физика конденсированного состояния, наноструктур и материалов; физика плазмы и тепломассопереноса; физика в биологии и медицине; информационные технологии в физике; приборы и методы измерений.

ПОРЯДОК ДНЯ

24 апреля, среда

- 9.30 - 10.30 Регистрация участников (*Институт физики НАН Беларуси, пр-т. Независимости, 68, Большой конференц-зал, 3 этаж*)
- 10.30 – 11.00 **Открытие конференции**
Приветственное слово директора Института физики НАН Беларуси академика С.В. Гапоненко
- 11.00 – 11.30 **Приглашенный доклад**
Михалычев Александр Борисович,
доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник центра «Квантовая оптика и квантовая информатика» Института физики НАН Беларуси
- 11.30 – 17.30 Работа конференции (согласно расписанию)

25 апреля, четверг

- 9.45 – 13.00 Работа конференции (согласно расписанию)
- 14.00 – 14.30 **Приглашенный доклад**
Леоненя Максим Сергеевич,
кандидат физико-математических наук, заведующий центром «Лазерные промышленные технологии» Института физики НАН Беларуси
- 14.30 – 17.30 Работа конференции (согласно расписанию)
- 18.00 – 20.00 Welcome party

26 апреля, пятница

- 09.15 – 09.45 **Приглашенный доклад**
Богачев Николай Николаевич,
кандидат физико-математических наук, научный сотрудник, теоретический отдел, Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук
- 09.45 – 16.00 Работа конференции (согласно расписанию)
- 16.00 – 16.30 **Заккрытие конференции**

Программа докладов **24.04.2024**

<i>Время</i>	<i>Название доклада</i>	<i>ФИО докладчика</i>
09.30-10.30	<i>Регистрация участников</i>	
10.30-11.00	<i>Открытие конференции</i>	
11.00-11.30	<i>Приглашенный доклад</i>	<i>Михалычев Александр Борисович</i>
11.30-11.45	Фантомные резонансы в оптоэлектронном искусственном импульсном нейроне	Лахмицкий Никита Васильевич
11.45-12.00	Смешивание в цепочках волноводов с потерями	Пешко Илья Александрович
12.00-12.15	Минимизация времени смешивания в решётках Руднера-Левитова оптимизацией начального состояния	Анцух Максим Александрович
12.15-12.30	Разработка алгоритмов радиопросвечивания для восстановления концентрации электронов на основе методов томографии	Савиных Ирина Эдуардовна
12.30-12.45	Формирование фантомных изображений с использованием вертикально-излучающих лазеров	Смоляков Адам Алексеевич
12.45-13.00	Оценка применимости устройства для юстировки источников оптического излучения основанного на методе параллакса	Яськов Александр Сергеевич
13.00-14.00	<i>Обед</i>	
14.00-14.15	Состав, структура и фотолюминесцентные свойства ионно-синтезированных нановключений оксида галлия	Королев Дмитрий Сергеевич
14.15-14.30	Влияние термобарической обработки на кристаллическую структуру и магнитные характеристики твердых растворов $MnZn_{1-x}Cr_xSb$	Римский Григорий Семёнович
14.30-14.45	Влияние имитатора атмосферы на положение оси бесселева светового пучка, сформированного из гауссова пучка, прошедшего через имитатор	Балыкин Игорь Валерьевич
14.45-15.00	Программа для расчета траекторий микрочастиц в переменном четырехлучевом световом поле	Балыкин Игорь Валерьевич
15.00-15.15	Поляризационные свойства двумерной дифракционной решетки на основе текстурированной фотоориентации нематического жидкого кристалла	Кабанова Ольга Сергеевна
15.15-15.30	Электрически управляемая жидкокристаллическая линза Френеля для определения топологического заряда фазового сингулярного пучка	Пантелеева Екатерина Петровна
15.30-15.45	Идентификация структурных изменений аморфного диоксида кремния методом рентгеноструктурного анализа	Магонь Наталья Сергеевна
15.45-16.00	<i>Кофе - брейк</i>	
16.00-16.15	Температурные коэффициенты показателя преломления моно-клинного кристалла берилата лантана, активированного ионами неодима	Герцова Антонина Витальевна
16.15-16.30	Строение, конформации и торсионные ИК спектры молекулы HSSOH	Жук Екатерина Андреевна

16.30-16.45	Экспериментальное определение порогов графитизации монокристалла синтетического алмаза под воздействием импульсного лазерного излучения	Ерёменко Егор Александрович
16.45-17.00	Кристаллическая структура объемного и двумерного перовскита $(\text{Rb})\text{Sr}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$	Лишко Евгений Вячеславович
17.00-17.15	Перенос энергии в химически связанных бихромофорных комплексах куркумина и металлопорфиринов	Шершень Виталий Сергеевич
17.15-17.30	Деактивация триплетных состояний металлопорфиринов в растворах с молекулярным кислородом	Ильин Артем Юрьевич

**Программа докладов
25.04.2024**

Время	Название доклада	ФИО докладчика
09.45-10.00	Нерелятивистская частица со спином 2 в магнитном поле	Бурый Антон Васильевич
10.00-10.15	Massless Stueckelberg field and the gauge degrees of freedom	Бурый Антон Васильевич
10.15-10.30	Гравитационные волны в теории относительности Хаяши-Ширафуджи	Вандеев Вячеслав Павлович
10.30-10.45	Электромагнитное излучение заряда, движущегося в окрестности черной дыры Шварцшильда	Комаров Станислав Олегович
10.45-11.00	Реконструкция движения звезды в поле Шварцшильда с использованием производной функции красного смещения её излучения	Петров Юрий Сергеевич
11.00-11.15	Эволюция поляризации электромагнитного излучения от источника, движущегося в окрестности черной дыры Шварцшильда	Савенок Александр Васильевич
11.15-11.30	Кофе - брейк	
11.30-11.45	Diffusion spectra of ultrarelativistic shell radiation depending on the initial energy distribution in the shell	Кургузова Оксана Эдуардовна
11.45-12.00	Ограничения на параметры дополнительного нейтрального тяжелого бозона на ускорителе CLIC	Синегрибов Дмитрий Викторович
12.00-12.15	Моделирование излучения заряженных частиц высоких энергий в ориентированных кристаллах с применением методов глубокого обучения	Сочивко Никита Сергеевич
12.15-12.30	Резонансный перенос энергии вблизи двуслойной РТ-симметричной среды	Орловский Александр Викторович
12.30-12.45	Исключительные точки РТ-симметричных структур с изотропным и анизотропным дефектным слоем	Романович Милена Геннадьевна
12.45-13.00	Влияние увеличения скорости передачи данных на информационные параметры волоконно-оптических динамических запоминающих устройств	Юдыцкая Ксения Сергеевна
13.00-14.00	Обед	
14.00-14.30	Приглашенный доклад	Леоненя Максим Сергеевич
14.30-14.45	Твердотельный лазер с поперечной накачкой для систем лазерной очистки	Анискевич Владислава Эдуардовна
14.45-15.00	Применение методов машинного обучения в волоконно-оптических системах связи	Кудрявцев Александр Сергеевич
15.00-15.15	Численное моделирование процесса плавления тонких металлических пленок в рамках двухтемпературной модели	Липский Сергей Александрович
15.15-15.30	Использование волоконных лазеров для удаления с поверхности стали коррозионного слоя	Славинский Игорь Юрьевич

15.30-15.45	Диэлектрические свойства ферроманганитов висмута	Сиротюк Алексей Сергеевич
15.45-16.00	<i>Кофе - брейк</i>	
16.00-16.15	Мощностные и пространственные характеристики излучения промышленных волоконных лазеров ИК диапазона	Чернышев Артем Игоревич
16.15-16.30	Исследование фотохромного эффекта в кристаллах силленитов, индуцированного лазерными импульсами на разных длинах волн	Даденков Иван Геннадьевич
16.30-16.45	Анализ перспективности применения наночастиц золота и серебра для micro-LED дисплеев	Ефимова Таисия Адамовна
16.45-17.00	Адсорбция азота на монослое ReS ₂ : квантово-механическое моделирование	Жойдик Анастасия Алексеевна
17.00-17.15	Квантово-химическое исследование тиофлавина Т в электронно-возбужденном состоянии	Пилипович Анна Сергеевна
17.15-17.30	ТЕА лазер, генерирующий в ближнем и среднем ИК диапазонах	Шавель Сергей Сергеевич
18.00-20.00	<i>Welcome party</i>	

Программа докладов 26.04.2024

Время	Название доклада	ФИО докладчика
09.30-10.00	Приглашенный доклад	Богачев Николай Николаевич
10.00-10.15	Исследование спектральных характеристик плазмы мишеней из меди, серы и вольфрама в диапазоне мягкого рентгеновского излучения	Безверхняя Дарья Михайловна
10.15-10.30	Пространственно-угловое рассеяние лазерного излучения плазмой при облучении мишеней из алюминия и вольфрама	Захарчук Марина Максимовна
10.30-10.45	Низкопороговый двухплазмонный параметрический распад необыкновенной волны при монотонном профиле плотности	Наговицын Андрей Александрович
10.45-11.00	Полноволновое моделирование волн в плазме токамака в промежуточном диапазоне частот с учетом немаксвелловской функции распределения электронов	Нечаев Сергей Анатольевич
11.00-11.15	Кофе - брейк	
11.15-11.30	Влияние гамма-лучей ^{60}Co на диэлектрическую проницаемость полимерных композиционных материалов	Мисиюк Филипп Юрьевич
11.30-11.45	Влияние температуры поверхности катода на параметры слоя катодного падения потенциала тлеющего разряда атмосферного давления на постоянном токе в гелии	Томкович Николай Владимирович
11.45-12.00	Связь между полным электронным содержанием ионосферы и параметрами солнечного излучения	Фомин Максим Олегович
12.00-12.15	Туннельное расщепление некоторых колебательных уровней энергий в катионе $^+\text{SH}_3$ и радикале GeH_3	Ковалёва Елизавета Евгеньевна
12.15-12.30	Метод вложения в моделях эффективной среды для учёта взаимодействия электромагнитного излучения с нанокompозитом	Лихачев Артём Андреевич
12.30-12.45	Влияние хиральности полуметаллов Вейля на рассеивающие свойства цилиндров	Хартон Михаил Максимович
12.45-13.00	Баротропная неустойчивость зонального потока	Хартон Макар Максимович
13.00-14.00	Обед	
14.00-14.15	Методы улучшения качества цифровых изображений для проведения экспертных исследований	Бакей Илья Константинович
14.15-14.30	Исследование эффективности смешивание разнородных жидкостей в микро гидродинамических устройствах различной геометрии	Бороховский Георгий Владимирович
14.30-14.45	Электрофизические свойства серебряно-графеновых наночастиц с комплексом метилпропилфенилпропановой кислоты для микроволновой терапии опухолевой ткани шейки	Зелковский Евгений Александрович

	матки	
14.45-15.00	Анализ возможностей спектроскопии диффузного отражения при исследовании спектральных свойств пищевых продуктов	Жигар Евгений Валерьевич
15.00-15.15	Роль скорости высвобождения порфириновых фотосенсибилизаторов в определении эффективности их наноразмерных фармакологических форм	Коблов Иван Владимирович
15.15-15.30	Применение спектроскопии комбинационного рассеяния для изучения углеродных волокон	Таболич Анастасия Александровна
15.30-15.45	Исследование хемилюминесцентным методом закономерностей фотоповреждения грамотрицательных бактериальных клеток, сенсibilизированных индотрикарбоцианиновым красителем	Таболич Анастасия Александровна
15.45-16.00	<i>Кофе - брейк</i>	
16.00-16.30	<i>Заккрытие конференции</i>	

24 апреля, среда

09:00 Регистрация участников конференции

10:30 Открытие конференции

11:00 Приглашенный доклад

**доктора физ.-мат. наук Михалычева Александра Борисовича
«Можно ли смоделировать квантовый компьютер на классическом?»**

Институт физики НАН Беларуси

Центр «Квантовая оптика и квантовая информатика»

11:30 Лахмицкий Никита Васильевич

Фантомные резонансы в оптоэлектронном искусственном импульсном нейроне

Институт физики НАН Беларуси

Представлены результаты экспериментального исследования фантомного стохастического и вибрационного резонансов в оптоэлектронном искусственном импульсном нейроне (ИИН) на основе вертикально излучающего лазера и детектора одиночных фотонов. ИИН представляет собой нелинейную пороговую систему, имитирующую основные свойства биологического нейрона. ИИН возбуждается подпороговым периодическим сигналом, состоящим из суммы ультрагармоник фундаментальной частоты, отсутствующей в самом входном сигнале. При добавлении к входному сигналу шума или высокочастотного периодического сигнала с частотой значительно выше фундаментальной частоты в спектрах временного отклика ИИН появляется спектральная компонента на фундаментальной частоте. Фантомный резонанс проявляется как немонотонная зависимость отклика на фундаментальной частоте от дисперсии добавленного шума или амплитуды высокочастотного сигнала. В работе подробно исследовано влияние амплитуды входного подпорогового сигнала и дисперсии шума с нормальным распределением на проявление стохастического и вибрационного фантомного резонанса. Исследованы плотности вероятности распределения меж-импульсных интервалов во временной динамике ИИН и соотношение сигнал/шум на фантомной частоте.

11:45 Пешко Илья Александрович

Смешивание в цепочках волноводов с потерями

Институт физики НАН Беларуси

В работе рассмотрены особенности цепочек линейно связанных одномодовых волноводов, при чём каждый второй волновод обладает усиленными потерями. Оказалось, что такая система, в случае когерентного возбуждения, может быть описана с помощью уравнения Шрёдингера с эффективным неэрмитовым гамильтонианом. На основании этого, в системе обнаруживаются особенности, свойственные неэрмитовой системе, как например существование исключительных точек в спектре гамильтониана, а также нарушение РТ-симметрии. Для гамильтониана такой системы всегда существует нулевое собственное значение, которому соответствует некоторое незатухающее, стационарное состояние. Это состояние связано с таким параметром, как время смешивания, которое описывает время, за

24 апреля, среда

которое локализованное начальное возбуждение в цепочке распространиться по всем узлам и придёт к стационару. Для исследуемых нами цепочек, динамика соответствует всем формальным требованиям смешивания, при этом, управляя константой унитарной связи между волноводами, а также скоростью потерь в каждом втором волноводе, можно добиться логарифмической зависимости времени смешивания от числа узлов цепочки. Это определяется положением исключительных точек в пространстве параметров системы. При этом для любого фиксированного отношения константы взаимодействия к скорости потерь по мере увеличения числа узлов, система в конечном итоге пересекает последнюю исключительную точку и время смешивания приобретает квадратичную зависимость от числа узлов цепочки. Однако можно расширить область логарифмической зависимости, подобрав определённое локализованное начальное состояние.

12:00 *Анциух Максим Александрович*

Минимизация времени смешивания в решётках Руднера-Левитова оптимизацией начального состояния

Белорусский государственный университет

В работе рассмотрены пути оптимизации времени смешивания в линейных цепочках волноводов, в которых в каждом втором волноводе моделируются дополнительные потери. В общем случае динамика данной системы описывается посредством управляющего уравнения Линдбладовской формы. В случае же начального когерентного возбуждения, операторное уравнение представляется в виде эквивалентной системы дифференциальных уравнений для когерентных амплитуд, которое можно представить в виде уравнения Шредингера с неэрмитовым Гамильтонианом. Неэрмитовы матрицы обладают той отличительной особенностью, что допускают существование особого типа вырождения спектра системы в исключительных точках. Помимо этого, матрица рассматриваемой системы всегда обладает как минимум одним нулевым собственным значением, отвечающим стационарному незатухающему состоянию. В результате своей эволюции система переходит в это состояние и остаётся в ней сколь угодно долго. Существует ряд характеристик, позволяющих оценить эффективность такого процесса, и время смешивания является одной из них. Этот параметр характеризует время, необходимое для распространения начального локализованного возбуждения по всей системе и прихода к стационарному режиму. Известно, что ускорить процесс смешивания можно, управляя параметрами унитарного взаимодействия и скоростью потерь системы. Мы же рассматриваем случай, когда для минимизации времени смешивания используется выбор начального возбуждения, продиктованный структурой собственных векторов системы. Это становится особенно важно в случае, когда изменение параметров системы трудно осуществимо.

12:15 *Савиных Ирина Эдуардовна*

Разработка алгоритмов радиопросвечивания для восстановления концентрации электронов на основе методов томографии

Белорусский государственный университет

Ионосферная радиотомография основана на измерении задержки электромагнитных GPS-сигналов из-за неоднородности электронного поля в ионосфере. Фазовая задержка сигнала используется для оценки полного электронного содержания (ПЭС)

24 апреля, среда

в алгоритмах томографии и синтеза изображения электронной плотности. Предложенный алгоритм радиотомографии использует данные ПЭС для создания двумерного изображения ионосферы, что позволяет оценить ее параметры и состояние в динамике. Методы вычислительной томографии можно разделить на итерационные, статистические и детерминированные, основанные на точных математических моделях. К детерминированным методам относятся методы, основанные на теореме о срезе и преобразовании Радона. Преобразование Радона осуществляет интегрирование функции по прямой, перпендикулярной вектору, образующему угол с осью полярной системы координат (от датчиков получения данных) и проходящей на расстоянии, измеренном вдоль вектора, с соответствующим знаком от начала координат. Поскольку ориентация системы координат различна для каждого угла проекции, каждая отфильтрованная проекция имеет свою ориентацию. В методе, основанном на теореме срезов, связь между проекцией и восстановленным изображением может быть определена как срез одномерного спектра Фурье проекции, полученной под заданным углом, т.е. двумерного спектра двумерного преобразования Фурье двумерной функции концентрации. Полученные результаты демонстрируют восстановление по радиальным линиям спектра. Были проведены вычислительные эксперименты по реконструкции двумерного изображения на основе методов детерминистской томографии.

12:30 **Смоляков Адам Алексеевич**

Формирование фантомных изображений с использованием вертикально-излучающих лазеров

Белорусский государственный университет

Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по формированию призрачных изображений с использованием излучения с псевдо тепловой статистикой, формируемого при прохождении когерентного лазерного пучка через неоднородную вращающуюся диффузную среду. Исследованы статистические свойства псевдо теплового излучения и получено значение автокорреляционной функции второго порядка ($g_2=2$), что соответствует псевдо тепловой статистике света. Собрана простейшая схема по формированию призрачных изображений, состоящая из когерентного лазерного источника, вращающегося диска, набора линз и апертур, делителя излучения, мишени, двух детекторов одиночных фотонов и подвижного столика. Получено призрачное изображение объекта-мишени (двух отверстий). Исследовано формирование призрачных изображений с различной поперечной длиной когерентности излучения, что достигается варьированием размера пятна лазерного излучения на вращающемся диске. Показано, что результаты экспериментов по получению призрачных изображений, хорошо согласуются с теоретическими выводами. Полученная схема может быть использована в качестве наглядного учебного комплекса по изучению статистических свойств излучения и формированию призрачных изображений для студентов и магистрантов.

12:45 **Яськов Александр Сергеевич**

Оценка применимости устройства для юстировки источников оптического излучения основанного на методе параллакса

Институт физики НАН Беларуси

Точность измерения расстояния между приемником и источником излучения при

24 апреля, среда

проведении фотометрических измерений в значительной степени определяет качество измерения различных оптических характеристик как источников, так и приемников оптического излучения. Для проведения фотометрических измерений источник и приёмник должны быть установлены на оптическую ось так, чтобы она проходила через их центры. Определение центра источника излучения со сложной формой излучающей поверхности является сложной задачей. Производители эталонных ламп облегчают задачу тем, что обычно помечают или предоставляют метки для юстировки. Однако для не эталонных ламп задача остается. С появлением LED, имеющих сложную излучающую поверхность, задача определения светового центра стала ещё актуальней. Для решения данной задачи предлагается использовать устройство на основе метода параллакса. В работе проводится оценка применимости данного устройства для такого типа задач.

13:00 – 14:00 Обеденный перерыв

14:00 *Королев Дмитрий Сергеевич*

Состав, структура и фотолюминесцентные свойства ионно-синтезированных нановключений оксида галлия

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Широкозонные полупроводники в последние годы привлекают все большее внимание исследователей благодаря их свойствам, обусловленным большим значением ширины запрещенной зоны (более 3 эВ). Одним из наиболее привлекательных материалов является оксид галлия, который рассматривается в качестве основного материала электроники нового четвертого поколения. Однако, его широкое коммерческое применение ограничивается сложностью технологии его получения и последующей модификации. В данной работе предлагается новый способ получения наноматериалов на основе оксида галлия путем ионного синтеза нанокристаллических включений этого полупроводника в диэлектрических матрицах на кремнии. Исследование состава образцов показало формирование связей Ga-O, являющихся основным структурным элементов формирующихся нанокристаллов, даже в отсутствие отжига. Последующий отжиг приводит к увеличению концентрации галлия в окисленном состоянии, причем подбор условий облучения и отжига позволил обеспечить практически полное окисление внедренного галлия. Исследование структуры методом просвечивающей электронной микроскопии выявило формирование нанокристаллов Ga₂O₃ после отжига при температуре 900 °С. Светоизлучающие свойства были исследованы с применением методики фотолюминесценции и спектроскопии возбуждения фотолюминесценции. Обнаружено появление полосы в области 450-550 нм, которая обусловлена рекомбинацией донорно-акцепторных пар, в качестве которых выступают дефекты и их комплексы. Исследование методом спектроскопии фотолюминесценции продемонстрировали, что возбуждение этой линии обусловлено межзонными переходами в оксиде галлия. Полученные результаты позволяют предложить новый подход к использованию материалов на основе Ga₂O₃ для перспективных электронных устройств.

24 апреля, среда

14:15 *Римский Григорий Семёнович*

Влияние термобарической обработки на кристаллическую структуру и магнитные характеристики твердых растворов $\text{MnZn}_{1-x}\text{Cr}_x\text{Sb}$

НПЦ НАН Беларуси по материаловедению

Изучение твердых растворов на основе MnZnSb является актуальной задачей физики конденсированного состояния, поскольку эти материалы имеют потенциальное применение в таких областях, как спинтроника, магнитное охлаждение, магнитные датчики и др.. В работе сообщается о влиянии термобарической обработки на кристаллическую структуру и магнитных свойствах твердых растворов системы $\text{MnZn}_{1-x}\text{Cr}_x\text{Sb}$ ($0 \leq x \leq 0,20$) полученных методом твердофазных реакций с последующей закалкой. Установлено, что все твердые растворы описываются в рамках тетрагональной кристаллической структуры с пространственной группой $R4/nmm$, а параметры кристаллической ячейки слабо изменяются от термобарической обработки. Наблюдается фазовый переход второго рода при температуре Кюри от 313 К для MnZnSb и увеличивает до 333 К для $\text{MnZn}_{0,80}\text{Cr}_{0,20}\text{Sb}$. Применение термобарической обработки приводит к росту температуры Кюри от 323 К для MnZnSb и увеличивает до 337 К для $\text{MnZn}_{0,80}\text{Cr}_{0,20}\text{Sb}$. Из полевых зависимостей намагниченности установлено, что коэрцитивная сила всех составов составляет около 0,4 кЭ. Применение термобарической обработки приводит к увеличению коэрцитивной силы до 4 кЭ для MnZnSb и уменьшается с ростом концентрации замещения до 2,7 кЭ для $\text{MnZn}_{0,80}\text{Cr}_{0,20}\text{Sb}$, а также наблюдается рост величины удельной намагниченности.

14:30 *Балыкин Игорь Валерьевич*

Влияние имитатора атмосферы на положение оси бесселева светового пучка, сформированного из гауссова пучка, прошедшего через имитатор

Институт физики НАН Беларуси

Экспериментальная установка включала в себя виброзащищённый оптический стол, гелий-неоновый лазер, телескоп-расширитель, имитатор турбулентности атмосферы (ИТА), закрепленный на механизированном горизонтальном позиционере, коническую линзу (аксикон) в механическом юстируемом держателе, микроскоп, CCD-камеру, коммутированную с компьютером. Гауссов световой пучок, генерируемый лазером, расширялся телескопом и направлялся на ИТА. ИТА представлял собой стеклянную пластину с плавно и немонотонно изменяющейся толщиной, поступательно перемещавшуюся позиционером в направлении, перпендикулярном оси гауссова светового пучка. Из прошедшего сквозь имитатор гауссова пучка аксиконом формировался бесселев световой пучок (БСП) нулевого порядка. CCD-камера регистрировала увеличенное микроскопом изображение БСП. С помощью установки исследовалось влияние ИТА на распределение интенсивности БСП и параметры его качества. Обнаружено, что разница оптических путей, проходимых в ИТА различными парциальными секторами гауссова пучка, находит своё отражение не только в изменении параметров качества формируемого БСП, но и в смещении оптической оси БСП. Определять положение оси БСП можно с большой точностью и в реальном режиме времени, благодаря чему подобная лазерная система на основе аксикона может с успехом применяться для оценки турбулентности протяженной прозрачной среды – газа либо жидкости.

24 апреля, среда

14:45 **Балыкин Игорь Валерьевич**

Программа для расчета траекторий микрочастиц в переменном четырехлучевом световом поле

Институт физики НАН Беларуси

Оптическая схема на основе бипризм Френеля, вращающихся с разными угловыми скоростями вокруг общей оси, перпендикулярной входным плоскостям бипризм, позволяет сформировать четырёхлучевое переменное градиентное световое поле (ЧПГСП) интерференционного типа. Микрочастицы, помещённые в ЧПГСП, могут втягиваться градиентными силами в движущиеся и изменяющиеся по форме локальные максимумы интенсивности, описывая затем сложные траектории. В связи с этим ЧПГСП вызывает интерес с точки зрения его воздействия на ансамбли микрочастиц, как искусственно созданные, так и естественно существующие в составе биотканей. В среде Python 3.8 разработана программа для расчета и регистрации траекторий микрочастиц, позволяющая задавать параметры лазерного излучения, бипризм, ЧПГСП и частиц в допустимых экспериментальной практикой диапазонах. Серия проведенных с помощью программы численных экспериментов показала, что если угловая скорость вращения одной из бипризм в целое число n раз больше скорости вращения второй бипризмы, в случае выхода движущейся в формируемом световом поле микрочастицы, находящейся от оси вращения бипризм на расстоянии нескольких десятков микрометров, на неизменную (стационарную) траекторию, эта траектория состоит из $2n - 2$ «лепестков». При незначительном увеличении начального расстояния между частицей и осью вращения бипризм стационарная траектория практически не изменяется. Траектория частицы, начинающей движение на расстоянии около 100 мкм, может иметь нестационарный характер на протяжении 100 и более витков, причем каждый следующий виток не повторяет ни одного из предыдущих.

15:00 **Кабанова Ольга Сергеевна**

Поляризационные свойства двумерной дифракционной решетки на основе текстурированной фотоориентации нематического жидкого кристалла

Белорусский государственный университет

Разработан дизайн переключаемой двумерной дифракционной структуры, основанный на перекрестном наложении двух одномерных решеток с бинарной ориентацией нематического жидкого кристалла (ЖК). Предложены две различные геометрии ориентации директора в смежных доменах, обеспечивающие пространственную модуляцию показателя преломления в ЖК-слое. Отработана и оптимизирована технология формирования массива ЖК-доменов (с планарной-ортогональной и противоположно закрученной ориентациями директора), функционирующего в качестве двумерной дифракционной фазовой решетки. Использование токопроводящих подложек обеспечило возможность управления оптическими свойствами предлагаемой структуры при помощи внешнего электрического поля. Показано, что применение метода текстурированной фотоориентации азокрасителя AtA-2 является оптимальным способом изготовления бинарных дифракционных ЖК-решеток. Определены параметры двухэтапного экспонирования пленок азокрасителя для формирования локально-неоднородных ориентирующих структур. Полученные результаты способствуют упрощению

24 апреля, среда

технологии изготовления 2D дифракционных ЖК-решеток, реализующих распределение и эффективную модуляцию входного оптического сигнала по нескольким каналам. Методом поляризационной микроскопии изучены изображения изготовленных бинарных ЖК-решеток. Установлено, что предложенные конфигурации директора обеспечивают формирование двумерного массива доменов в ЖК-слое. Ориентация ЖК в пределах сформированного двумерного массива является бездефектной. Созданы экспериментальные образцы – электрически переключаемые плоскопараллельные ячейки с бинарной ориентацией директора в ЖК-слое. Предлагаемые оптические структуры, выполняющие функции двумерных дифракционных решеток, представляют собой эффективный способ распределения входного оптического сигнала по массиву приемников с возможностью управления пространственными и поляризационными характеристиками оптического излучения.

15:15 **Пантелеева Екатерина Петровна**

Электрически управляемая жидкокристаллическая линза Френеля для определения топологического заряда фазового сингулярного пучка

Белорусский государственный университет

В настоящей работе на основе метода фотоориентации азокрасителя AtA-2 разработана, изготовлена и исследована нематическая твист-планарно ориентированная ЖК линза Френеля. Экспериментально продемонстрирована возможность работы НЖК элемента в качестве электрически управляемой линзы, обеспечивающей фокусировку излучения в видимом и ближнем ИК диапазоне. Предложен новый простой метод определения топологического заряда сингулярного светового пучка.

15:30 **Магонь Наталья Сергеевна**

Идентификация структурных изменений аморфного диоксида кремния методом рентгеноструктурного анализа

Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси

Уникальные свойства синтетического аморфного диоксида кремния позволяют его использовать в качестве оптического стекла, прозрачного в коротковолновой ультрафиолетовой области спектра (UVC). Структурные изменения, происходящие в стекле в следствие внешних воздействий и в результате влияния ультрафиолетового излучения, приводят к изменению физических свойств, которые делают недопустимым дальнейшее использование материала. Отсутствие дальнего порядка в аморфном теле затрудняет оценку структурных изменений, происходящих в нем. Тем не менее рентгеноструктурный анализ является надежным методом исследования аморфных тел и позволяет определить такие структурные параметры, как межатомные расстояния, радиус первой координационной сферы, координационные числа и свободный объем. Использование рентгеновского излучения медной трубки хотя и не позволяет надежно идентифицировать структурные данные, однако дает возможность оценить степень структурных изменений, произошедших в аморфном теле. В настоящей работе приведены результаты апробации данного метода на образцах синтетического аморфного диоксида кремния с различными неизвестными параметрами эксплуатации. С помощью программы RAD были оценены межатомные

24 апреля, среда

расстояния и координационные числа исследуемых образцов. На основании анализа первого максимума аморфного гало, произведена оценка радиуса первой координационной сферы и изменения свободного объема. Полученные данные, в сравнении с оптическими характеристиками исследуемых стекол, позволяют сделать выводы о структурных изменениях, произошедших в образцах в следствие их эксплуатации.

15:45 - 16:00 Кофе-брейк

16:00 Герцова Антонина Витальевна

Температурные коэффициенты показателя преломления моноклинного кристалла берилата лантана, активированного ионами неодима

Белорусский национальный технический университет

Кристаллы $\text{La}_2\text{Be}_2\text{O}_5$, активированные различными редкоземельными ионами, представляют интерес для применения в качестве активных лазерных элементов. Однако в настоящее время в литературе отсутствует надежная информация о температурных коэффициентах показателя преломления dn/dT для данного анизотропного кристалла. В настоящей работе представлены результаты измерения коэффициентов dn/dT для поляризаций света вдоль осей оптической индикатрисы N_p , N_m и N_g моноклинного кристалла берилата лантана, активированного ионами трехвалентного неодима (4,5 ат. % $\text{Nd}_3^+:\text{La}_2\text{Be}_2\text{O}_5$). Измерения проведены с помощью метода отклонения лазерного луча в материале с линейным градиентом температуры. Метод основан на регистрации угла отклонения θ , проходящего лазерного пучка через образец в форме прямоугольного параллелепипеда с созданием в нем линейного градиента температуры ортогонально направлению распространения луча. Измеряя угол θ и температурный градиент, получен термический коэффициент оптического пути

$$W = dn/dT + (n - 1) \alpha,$$

где α - температурный коэффициент линейного расширения в направлении распространения света, n - показатель преломления для соответствующей длины волны света, и поляризации света. Используя известные значения α и n , определены $dn/dT = W - (n - 1) \alpha$. В работе измерены коэффициенты α для используемых направлений распространения света. Значения n взяты из литературных данных. Измерения проведены на длине волны 632,8 нм с помощью He-Ne лазера. Значения температурных коэффициентов показателя преломления являются отрицательными для всех поляризаций света и составляют $dn_p/dT = -7,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $dn_m/dT = -11,9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $dn_g/dT = -10,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

16:15 Жук Екатерина Андреевна

Строение, конформации и торсионные ИК спектры молекулы HSSOH

Белорусский государственный университет

Молекула оксатрисульфана (ОТС) – HSSOH , является комбинаторным представителем молекул общих рядов HS_nH и HO_nH , которые сами по себе представляют огромный интерес во многих приложениях. Ранее мы исследовали

24 апреля, среда

торсионные спектры некоторых представителей этого ряда молекул: HSOSH [1] и HOSOH [2], что во многом определяет наш интерес к молекуле ОТС. Так же как и исследованные в [1,2] соединения молекула ОТС реализуется в виде цис – и транс – конформеров, Равновесные конфигурации конформеров молекулы ОТС и их ИК спектры рассчитаны на уровне теории MP2/dAug-cc-pVTZ. На этом же уровне теории рассчитана 2D ППЭ молекулы ОТС, что позволит в дальнейшем определить величины туннельных расщеплений колебательных состояний молекулы.

[1] G.A. Pitsevich, A.E. Malevich, D.G. Kisuryna, A.A. Ostyakov, U.U. Sapeshka, Torsional States and Tunneling Probability in HOSOH, DOSOD, and DOSOH Molecules Analyzed at the CBS Limit, J.Phys.Chem. A, 124 (2020) 8733 – 8743.

[2] G. Pitsevich, A. Malevich, V. Zheutok, A. Khrapunova, U. Sapeshka, Torsional Vibrations of Two Thiol Groups in the HSOSH, DSOSH, and DSOD Molecules: 2D PES Study in CBS Limit, Vibr.Spectr., 113 (2021) 103208.

16:30 **Ерёменко Егор Александрович**

Экспериментальное определение порогов графитизации синтетического алмаза при воздействии лазерного излучения

Белорусский государственный университет

В работе исследованы пластины из синтетического монокристалла НРНТ алмаза типа Ib с ориентацией (111). Методом ИК спектроскопии поглощения определен примесный состав образцов. Анализ спектров поглощения в ИК и видимой областях показал зависимость коэффициента поглощения от примесного состава, были экспериментально определены пороги одно- и многоимпульсной графитизации синтетического алмаза для излучения с длиной волны 1064 нм. Графитизация развивается точно, причем распределение графитовых включений по поверхности образца отличается от гауссова распределения энергии в пучке. Это говорит о том, что образцы неоднородны. Их поверхность содержит структурные дефекты и/или области сегрегации примесей, в местах которых происходит дополнительное поглощение энергии лазерного излучения, нагрев и трансформация связей. Значительную роль в данных процессах играют примеси азота. Так при одинаковых условиях облучения (плотность энергии 2.6 Дж/см²) в многоимпульсном режиме для образца Y23 графитизация начинается на 20 импульсе, а для образца Y10 - на 32-ом, при этом образцы содержат соответственно 211,6 и 150,0 ppm примесей азота. Порог одноимпульсной графитизации для исследуемого материала составил 7.6 Дж/см²

16:45 **Лишко Евгений Вячеславович**

Кристаллическая структура объемного и двумерного перовскита (Rb)Sr₂Nb₃O₁₀

Белорусский государственный университет

Поиск новых слоистых материалов представляет большой интерес для фундаментальной и прикладной науки. Последнее десятилетие активно изучаются слоистые перовскитные материалы, типичным представителем которого является RbSr₂Nb₃O₁₀, относящийся к т.н. фазам Диона-Якобсона. Его уникальная структура позволяет получать наноллисты, перспективные для (фото)каталитических, фотовольтаических и других приложений. Уникальной особенностью структуры RbSr₂Nb₃O₁₀ является изменение его химического состава при переходе из объемного состояния в наноразмерное. Целью данной работы является исследование изменения кристаллической структуры объемного перовскита состава RbSr₂Nb₃O₁₀ при переходе

24 апреля, среда

в наноразмерный состав $\text{Sr}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ путем численного квантово-механического моделирования. В объемном состоянии $\text{RbSr}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ относится к тетрагональной сингонии с примитивной решеткой Бравэ centrosимметричного типа с дитетрагонально-пирамидальным классом симметрии и включает в себя одну формульную единицу (16 атомов). Параметры решетки, полученные в процессе моделирования незначительно различаются (в скобках представлены экспериментальные значения): $a = b = 3,9627 \text{ \AA}$ ($3,8944 \text{ \AA}$), $c = 15,2404 \text{ \AA}$ ($15,2710 \text{ \AA}$). Переход в наноразмерное состояние сопровождается удалением атома рубидия, расположенного в центре ячейке, по сути, интеркалята слоев $\text{Sr}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$, и смыканием сопряженно-симметричных атомов Sr, Nb и O в монослой. В наноразмерном состоянии расстояние между атомами Sr увеличивается на 4%, компенсируя сжатие монослоя из-за сокращения длины связей Sr-O и Nb-O на 2-3%, что приводит к незначительному увеличению толщины отдельно выделенного монослоя $\text{Sr}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ в объемной фазе с $12,2168 \text{ \AA}$, до $12,4008 \text{ \AA}$.

17:00 *Шершень Виталий Сергеевич*

Перенос энергии в химически связанных бихромофорных комплексах куркумина и металлопорфиринов

Институт физики НАН Беларуси

В представленной работе были синтезированы следующие соединения: Zn-5,10,15,20-(тетра-4-аминофенил) порфирин (Zn-TAPP) и Zn-5,10,15,20-(тетра-N-куркумин-4-аминофенил) порфирин (Zn-TAPP-(Curc)4). Для синтезированных соединений были зарегистрированы спектры флуоресценции, возбуждения флуоресценции и фосфоресценции при температурах 290 и 77 К. Все спектральные измерения были выполнены на флуоресцентном спектрометре Fluorolog 3.

17:15 *Ильин Артем Юрьевич*

Дезактивация триплетных состояний металлопорфиринов в растворах с молекулярным кислородом

Институт физики НАН Беларуси

В настоящей работе выполнены измерения времен жизни триплетных состояний для металлокомплексов 2,3,7,8,12,13,17,18-октаэтилпорфирина (М-ОЕР) и 5,10,15,20-тетрафенилпорфирина (М-ТРР), где М – Pt(II), Pd(II) в ряде органических растворителей. Для перечисленных соединений выполнены эксперименты по измерениям времен жизни фосфоресценции металлокомплексов при использовании в качестве растворителей циклогексана (ЦГ), толуола (ТОЛ), дихлорметана (ДХМ) и диметил-сульфоксида (ДМСО). Установлено, что возрастание времени жизни фосфоресценции металлопорфиринов хорошо коррелирует с ростом значений дипольных моментов используемого растворителя. Так, например, для Pt-ОЕР в ЦГ время жизни фосфоресценции составляет 280 нс, в ТОЛ - 380 нс, а в ДМСО повышается до 945 нс. Приведенные данные показывают, что полярность используемого растворителя оказывает определяющее влияние на процессы дезактивации триплетных состояний для металлокомплексов порфиринов с тяжелыми ионами Pt(II) в присутствии молекулярного кислорода.

25 апреля, четверг

09:45 **Бурый Антон Васильевич**

Нерелятивистская частица со спином 2 в магнитном поле

Институт физики НАН Беларуси

В работе исследуется нерелятивистское уравнение для частицы со спином 2 в присутствии внешнего однородного магнитного поля. Выведенное ранее из 39-компонентного матричного уравнения Федорова нерелятивистское уравнение напоминает уравнение для нерелятивистской частицы со спином 1/2, но при этом волновая функция имеет пять компонент вместо двух, и матрица третьей проекции спина не диагональная. Над волновой функцией совершается линейное преобразование, такое что матрица третьей проекции спина становится диагональной. В результате обобщенное уравнение паулиевского типа сводится к 5-ти независимым уравнениям с однотипной структурой; их решения строятся в терминах вырожденных гипергеометрических функций, и приводят к пяти сериям энергетических уравнений осцилляторного типа с различающимися частотами.

10:00 **Бурый Антон Васильевич**

Massless Stueckelberg field and the gauge degrees of freedom

Институт физики НАН Беларуси

В данной работе рассмотрено безмассовое поле Штюкельберга. Среди 11 компонент полевой функции антисимметричный тензор представляет собой калибровочные переменные, скаляр и вектор, которых соответствуют физически наблюдаемым величинам. Показано, что в декартовых координатах уравнения Штюкельберга допускают существование пяти независимых решений, описывающих различные состояния поля. Получены выражения для тензора энергии-импульса безмассового поля Штюкельберга. Найдены 4 комбинации решений, которые не дают вклада в тензор энергии-импульса, поэтому соответствуют чисто калибровочным состояниям. Существует только одно решение, которому соответствует ненулевой тензор энергии-импульса, оно относится к физически наблюдаемому состоянию безмассового поля Штюкельберга.

10:15 **Вандеев Вячеслав Павлович**

Гравитационные волны в теории относительности Хаяши-Ширафуджи

НИИ «Курчатовский институт» - Петербургский институт ядерной физики

Эйнштейновская общая теория относительности (ОТО) помимо грандиозных успехов имеет и ряд проблем, связанных в первую очередь с неясной природой темных секторов плотности энергии. По этой причине появляется необходимость построения модифицированных гравитационных теории, одной из которых является трехпараметрическая телепараллельная теория Хаяши-Ширафуджи (NGR), впервые представленная в 1979 году. Данная работа посвящена анализу возмущений уравнений движения над пространством Минковского, что позволяет выделить модели, которые наиболее адекватно обобщают ОТО в пределе слабого поля.

25 апреля, четверг

10:30 **Комаров Станислав Олегович**

Электромагнитное излучение заряда, движущегося в окрестности черной дыры Шварцшильда

Белорусский государственный университет

В работе найдено электромагнитное излучение заряда, движущегося в гравитационном поле черной дыры Шварцшильда. При этом пренебрегается действием силы реакции излучения на закон движения заряда. Рассчитаны основные характеристики излучения, такие как спектральная плотность излученной энергии, полная энергия излучения, мощность электромагнитного излучения как функция времени движения заряда. Исследуется зависимость этих характеристик от вида траектории, по которой движется заряд. Показано, что спектральная плотность излучения для случаев движения заряда по финитной траектории и его падения в черную дыру имеет качественные различия, а следовательно данная характеристика может использоваться для определения вида траектории заряда по наблюдательным данным. Показано, что наибольший вклад в электромагнитное излучение такого заряда дают несколько первых мультипольных моментов, а поэтому их использование достаточно для определения основных характеристик электромагнитного излучения. Кроме того, найдено электромагнитное поле заряда, асимптотически приближающегося к горизонту событий черной дыры. Показано, что в этом случае его электромагнитное поле стремится к сферически-симметричному. Полученные результаты сравниваются с имеющимися результатами в литературе. Исследуется возможность применения полученных результатов при построении модели аккреции на сверхмассивные черные дыры.

10:45 **Петров Юрий Сергеевич**

Реконструкция движения звезды в поле Шварцшильда с использованием производной функции красного смещения её излучения

Белорусский государственный университет

Исследование посвящено проблеме решения обратной задачи нахождения параметров движения звезды в поле чёрной дыры Шварцшильда по красному смещению её спектра. Данная задача является актуальной при рассмотрении движения звёзд вблизи центра Галактики. Основным методом для решения обратной задачи в литературе является метод минимизации функции χ^2 . Рассмотрение производной функции красного смещения в качестве параметра уравнений позволяет получить приближённую систему нелинейных уравнений для параметров движения звезды. Для этого рассмотрены свойства конгруэнций изотропных геодезических, соединяющих мировую линию источника и мировую линию наблюдателя. В результате сформулирован подход, позволяющий упростить решение обратной задачи, состоящий из двух шагов. Первый шаг дает возможность найти однозначное решение интегралов движения звезды путем решения системы нелинейных уравнений, а не путем прямого применения стандартных статистических методов. Вторым шагом является применение стандартного метода наименьших квадратов для получения более точного решения. Вычисления с помощью этого подхода были проведены для численной модели звезды в поле чёрной дыры Шварцшильда.

25 апреля, четверг

11:00 **Савенок Александр Васильевич**

Эволюция поляризации электромагнитного излучения от источника, движущегося в окрестности черной дыры Шварцшильда

Белорусский государственный университет

В докладе будет рассмотрена эволюция плоскости поляризации электромагнитного источника в окрестности черной дыры. Для конкретности будем говорить об излучении пульсара в окрестности черной дыры. Пульсары являются источниками космического импульсного излучения с очень большой стабильностью периода, а диапазон излучения пульсара чаще всего лежит в промежутке между метровыми и сантиметровыми волнами, но существуют и пульсары оптического, рентгеновского и гамма-излучения. В настоящее время всё ещё происходят открытия, направленные на наблюдения и изучения физики пульсара. К примеру команда, сделавшая открытие пульсара PSR J0523 – 7125, использовала технику, которая блокирует определенный спектр поляризованного света. Таким образом, определение эволюции плоскости поляризации излучения, получаемого извне, является важной теоретической задачей, следствием которой можно определять более точное расстояние до объекта и усреднённое влияние массивных тел на поляризацию излучения проходя от источника до наблюдателя.

11:15 - 11:30 Кофе-брейк

11:30 **Кургузова Оксана Эдуардовна**

Diffusion spectra of ultrarelativistic shell radiation depending on the initial energy distribution in the shell

Институт физики НАН Беларуси

Large-scale cosmic emissions of explosive energy that occur during the explosions of certain supernovae or the merger of compact objects are called gamma-ray bursts. The initial stage of a gamma-ray burst can be described by the diffusion of radiation in an ultrarelativistic shell obtained from the transport equation. By diffusion we mean spectra calculated using the solution of this equation, the Stefan-Boltzmann and Planck laws, as well as typical parameters of gamma-ray bursts. Cases are considered when the initial energy distribution in the shell depends on the depth according to linear and quadratic laws. The resulting time-integrated emission spectra of the shell photosphere contain a Band component at both high and low frequencies; the slope of the linear part of the spectra at low frequencies is the same in all cases and is approximately 2, and at high frequencies it takes different values depending on the initial distribution energy inside the shell, which allows us to use our model to explain a larger number of gamma-ray bursts that have a typical Band spectrum. The frequency of the flux peak also depends on the initial energy distribution within the shell. For cases of quadratic initial energy distribution inside the shell, the shape of the spectra did not depend on the number of summing terms taken into account in the formulas for the effective temperature of the shell photosphere at low frequencies, but this was not true at high frequencies.

25 апреля, четверг

11:45 **Синегрибов Дмитрий Викторович**

Ограничения на параметры дополнительного нейтрального тяжелого бозона на ускорителе CLIC

Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого

За счет небольшого фона высокой энергии и наличия возможности поляризации e^+ и e^- пучка, будущие e^+e^- коллайдеры ILC, CLIC и FCC-ee позволят исследовать масштабы и сценарии «новой» физики, недоступные Большому адронному коллайдеру (LHC). Современные ограничения на массу Z' бозона заметно больше в сравнении с планируемыми энергиями e^+e^- ускорителей. Поэтому, предоставляется возможность исследовать только косвенные эффекты Z' , проявляющиеся в виде отклонений экспериментальной наблюдаемой от поведения Стандартной Модели (СМ). Экспериментальную информацию для такого случая можно представить в виде ограничений на физические параметры Z' . Полученные ограничения полезны для корректировки моделей Z' бозона и построения будущей фундаментальной теории. В данной работе описывается методика получения ограничений, в результате применения которой получены ограничения на физические параметры Z' бозона.

12:00 **Сочивко Никита Сергеевич**

Моделирование излучения заряженных частиц высоких энергий в ориентированных кристаллах с применением методов глубокого обучения

Белорусский государственный университет

В данной работе представлен подход к моделированию спектра излучения высокоэнергетических заряженных частиц, движущихся в ориентированных кристаллах, с использованием методов глубокого машинного обучения. Традиционно такое моделирование опирается на метод Монте-Карло, который для получения достоверной информации с высокой статистикой требует большого количества вычислительных ресурсов и времени. Исследование основано на применении моделей глубокого обучения для преобразования сложных распределений, лежащих в больших данных о траекториях заряженных частиц высокой энергии и их взаимодействии с сильными электрическими полями кристаллической решетки, в характерные спектры излучения. Процесс обучения модели выполнялся на результатах высокоточных Монте-Карло расчётах излучения электрона, движущегося в режиме каналирования в изогнутом кристалле. Использование глубокого обучения позволяет значительно ускорить процесс моделирования взаимодействия заряженных частиц с сильными полями кристаллической решётки, при этом с поддержанием адекватной точности. Такой подход к моделированию может быть использован для процесса оптимизации уже существующих экспериментальных установок в физике высоких энергий, так и для расчета параметров уже концептуально новых установок, таких как электромагнитные калориметры на основе ориентированного кристалла.

25 апреля, четверг

12:15 **Орловский Александр Викторович**

Резонансный перенос энергии вблизи двуслойной РТ-симметричной среды

Белорусский государственный университет

В данной работе исследуется процесс резонансного переноса энергии (РПЭ) вблизи двуслойной РТ-симметричной среды. Характерной особенностью таких сред является наличие слоев как поглощающих излучение, так и усиливающих его. Численно рассчитана скорость РПЭ в зависимости от толщины слоев и их комплексной диэлектрической проницаемости. Полученная зависимость скорости РПЭ связывается с отражательными и усиливающими свойствами слоистой среды.

12:30 **Романович Милена Геннадьевна**

Исключительные точки РТ-симметричных структур с изотропным и анизотропным дефектным слоем

Институт физики НАН Беларуси

Идеи неэрмитовой квантовой механики находят практическое применение при решении задач классической физики в оптике, акустике, механике и т.д. В системах, описываемых неэрмитовым гамильтонианом, возникают особенности специального вида – исключительные точки. Одним из наиболее ярких примеров неэрмитовых систем являются РТ-симметричные системы, которые содержат сбалансированное распределение материалов, поглощающих и усиливающих электромагнитное излучение. В исключительной точке РТ-симметричной системы происходит переход от РТ-симметричной фазы к фазе с нарушенной РТ-симметрией. В работе исследуется взаимодействие нормально падающего оптического излучения с РТ-симметричными трёхслойными структурами, содержащими изотропный или анизотропный средний слой, заключенный между слоями усиливающего и поглощающего материалов. Для описания распространения света в описанных структурах используется операторный метод и формализм матрицы рассеяния. Полученные фазовые диаграммы позволяют определить положение областей нарушенной симметрии на разных длинах волн и проследить их эволюцию с ростом параметра неэрмитовости. Приводится классификация областей нарушения РТ-симметрии в изотропном и анизотропном случаях.

12:45 **Юдыцкая Ксения Сергеевна**

Влияние увеличения скорости передачи данных на информационные параметры волоконно-оптических динамических запоминающих устройств

Белорусский государственный университет

Требуемые стандарты скорости и объема передаваемой информации в телекоммуникационных системах на данный момент обеспечиваются при использовании каналов связи на основе оптоволоконных линий. Для того чтобы избежать потерь информации при высокоскоростной передаче данных применяются специализированные быстродействующие буферные запоминающие устройства, которые могут быть представлены волоконно-оптическими динамическими

25 апреля, четверг

запоминающими устройствами (ВОДЗУ). Информационные параметры ВОДЗУ, такие как максимальное обеспечиваемое время хранения и информационная емкость, определяются как конструктивными особенностями запоминающего устройства, так и характеристиками информационных сигналов. Увеличение скорости распространяемых сигналов приводит к уменьшению максимального допустимого времени хранения при вероятности ошибки $BER=10^{-9}$. Это связано с уменьшением влияния эффекта фазовой самомодуляции, приводящего к сжатию импульсов. В результате этого из-за уширения необходимо осуществлять регенерацию формы и длительности импульсов более часто. Прохождение сигналов через схему оптической регенерации, представленную нелинейным оптическим кольцевым зеркалом, увеличивает мощность шума, что приводит к уменьшению времени хранения. Увеличение битовой скорости приводит к увеличению максимальной обеспечиваемой информационной емкости, однако из-за увеличения влияния дисперсионных и нелинейных эффектов, наиболее сильно проявляющихся при спектральном мультиплексировании оптических каналов, необходимо увеличение спектрального интервала между каналами, что ведет к сокращению количества информационных каналов, которые возможно разместить в ограниченной полосе усиления оптических усилителей. Это ограничивает рост информационной емкости при увеличении скорости передачи данных.

13:00 – 14:00 Обеденный перерыв

14:00 Приглашенный доклад

кандидата физ.-мат. наук Леонени Максима Сергеевича

«Лазерные системы в современных технологических процессах»

Институт физики НАН Беларуси

Центр «Лазерные промышленные технологии»

14:30 Анискевич Владислава Эдуардовна

Твердотельный лазер с поперечной накачкой для систем лазерной очистки

Институт физики НАН Беларуси

В результате выполнения данной работы разработан макет твердотельного лазера на основе кристалла Nd:YAG с поперечной диодной накачкой и акустооптической модуляцией добротности, измерены выходные характеристики его излучения. При максимальной оптической накачке в 200 Вт достигнуто значение средней выходной мощности лазерного излучения более 50 Вт в диапазоне частот следования импульсов от 10 кГц до 100 кГц. Значения длительности импульсов излучения в диапазоне частот от 1 кГц до 100 кГц увеличиваются от 25,6 нс до 430 нс. Полученные результаты будут полезны для оптимизации процесса лазерной очистки многослойных покрытий и пленок оксидов металлов, имеющих сильную адгезию с подложкой.

25 апреля, четверг

14:45 *Кудрявцев Александр Сергеевич*

Применение методов машинного обучения в волоконно-оптических системах связи

Белорусский государственный университет

Волоконно-оптические системы связи используют в качестве носителя информационного сигнала электромагнитное излучение оптического диапазона и волоконно-оптические кабели как направляющие системы. Широкие возможности мультиплексирования и большие значения несущей частоты обеспечивают крайне высокую пропускную способность, многократно превышающую пропускную способность иных систем коммуникации. Наряду с преимуществами, оптоволоконные системы коммуникаций имеют также ряд недостатков, в частности: относительная хрупкость, потери в изгибах и нелинейные эффекты. Для борьбы с нелинейными искажениями используются различные методы, одним из которых является метод машинного обучения. Одной из наиболее часто используемых техник машинного обучения для решения задач классификации являются нейронные сети. В работе на языке C++ реализована нейронная сеть, при помощи которой решалась такая задача классификации. Сеть обучалась методом градиентного спуска и несколькими его модификациями на наборе данных Ирисы Фишера. Было установлено, что градиентный спуск самый медленный по сходимости (примерно 5000 итераций), далее идут его стохастические вариации (2000 для стохастического и 1500 для мини-батча) и самые лучшие результаты по скорости сходимости демонстрируют инерционные модификации – 300 итераций. Во всех случаях получена точность обучения не хуже 93%.

15:00 *Липский Сергей Александрович*

Численное моделирование процесса плавления тонких металлических пленок в рамках двухтемпературной модели

Белорусский государственный университет

В работе приводится двухтемпературная модель для описания взаимодействия лазерного излучения с металлами. В рамках этой модели исследуются процессы плавления и кристаллизации металла. Проведено численное моделирование пространственно-временной структуры температурных полей электронного газа и ионной решетки в металлах, в зависимости от длительности лазерных импульсов, их пространственной структуры (гауссов пучок) и с учетом теплофизических характеристик материалов. Также была изучена зависимость максимальной глубины расплава от флюенса лазерного луча для различной длительности импульса. Результаты исследования представляют интерес для дальнейшего описания взаимодействия сверхкоротких лазерных импульсов с металлами, учитывая конвекцию жидкой фазы и абляцию.

15:15 *Славинский Игорь Юрьевич*

Использование волоконных лазеров для удаления с поверхности стали коррозионного слоя

Институт физики НАН Беларуси

В работе рассмотрено применение двух типов волоконных лазеров ИК-диапазона для удаления коррозионного слоя с поверхности стали. С использованием

25 апреля, четверг

спектральной диагностики образующегося плазменного факела проведен подбор параметров лазерного воздействия, при которых не превышает порог разрушения материала стальной подложки и происходит селективное удаление коррозионного слоя. Показана возможность оптимизации скорости лазерной очистки при использовании излучателя с большей пиковой мощностью и частотой. Полученные результаты будут полезны для оптимизации методов спектральной диагностики процесса лазерной очистки стальных поверхностей от коррозионного слоя, а также разработки систем лазерной очистки на базе волоконных лазеров ИК-диапазона.

15:30 **Сиротюк Алексей Сергеевич**

Диэлектрические свойства ферроманганитов висмута

Белорусский государственный университет

В настоящее время интерес материаловедов направлен на исследование фундаментальных и прикладных свойств мультиферроиков – материалов, сочетающих сегнетоэлектрическое и (ферро)магнитное упорядочение. Одними из наиболее интересных представителей мультиферроиков являются ферроманганиты висмута $\text{BiFe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ – твердые растворы феррита и манганита висмута. Соотношение железа и марганца в данной системе твердых растворов является определяющим фактором, ответственным за формирование магнитного упорядочения в широком интервале температур. Однако, оптические свойства таких материалов остаются недостаточно широко исследованными как экспериментально, так и теоретически. В данной работе мы исследуем диэлектрическую проницаемость ферроманганита висмута в оптическом диапазоне частот основываясь на формализме Кубо-Гринвуда. Комплексный частотно-зависимый тензор проводимости и тензор диэлектрической функции рассчитываются в пределе линейного отклика на возмущающее частотно-зависящее электрическое поле. В стандартных условиях BiFeO_3 является антиферромагнетиком со структурой типа перовскита. Напротив, BiMgO_3 является орбитально-упорядоченным ферромагнетиком с моноклинной структурой. Предложена модельная система для описания твердых растворов $\text{BiFe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$. В рамках модели рассчитаны, построены и проанализированы спектральные зависимости действительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости в зависимости от магнитного упорядочения. Полученные данные могут быть полезны при анализе и интерпретации экспериментальных данных, а также для определения поля, необходимого для опрокидывания магнитных подрешеток вблизи пороговой концентрации железа и марганца, отвечающей за концентрационный переход от антиферромагнитного упорядочения к ферромагнитному.

15:45 - 16:00 **Кофе-брейк**

16:00 **Чернышевич Артём Игоревич**

Мощностные и пространственные характеристики излучения промышленных волоконных лазеров ИК диапазона

Институт физики НАН Беларуси

В работе проведены измерения выходных характеристик излучения промышленных волоконных лазеров ИК-диапазона IPG YLP-V2-1-100-20-20 (IPG Photonics, США) и GW YLPN-1.8-20/500-200-A-S-6/5-C (GW LaserTech, КНР). Рассмотрены основные

25 апреля, четверг

два способа достижения импульсного режима генерации излучения в волоконных лазерах. Измерены зависимости выходной оптической мощности излучения от частоты при различных мощностях накачки и длительностях импульса для двух лазеров с различными способами достижения импульсного режима генерации. Также в работе измерены профиль пучка и длительность импульса для этих двух лазеров. Полученные результаты будут полезны для дальнейшего изучения технологических процессов обработки поверхности материалов излучением волоконных лазеров с различной конфигурацией усилителя мощности.

16:15 *Даденков Иван Геннадьевич*

Исследование фотохромного эффекта в кристаллах силленитов, индуцированного лазерными импульсами на разных длинах волн

Белорусский государственный университет

Кристаллы семейства силленитов, к которым относятся силикат висмута (BSO), титанат висмута (BTO) и германат висмута (BGO), являются фоторефрактивными кристаллами с широкой запрещенной зоной, что позволяет отнести их к диэлектрическим материалам. Ввиду существования в этих кристаллах многочисленных примесных и дефектных центров, имеющих различную природу возникновения и активно участвующих в процессах перераспределения носителей заряда данные кристаллы имеют высокую чувствительность к излучению видимой области спектра. Наличие в запрещенной зоне кристаллов силленитов донорных и акцепторных энергетических уровней приводит к тому, что вследствие поглощения света происходит рекомбинация электронов между этими уровнями и зоной проводимости, что приводит к проявлению фотохромного эффекта, заключающегося во временном изменении коэффициента поглощения кристалла. К основным характеристикам фотохромных материалов можно отнести высокую разрешающую способность, возможность перезаписи и коррекции изображения с помощью теплового или светового воздействия, а также изменение в широких пределах времени хранения записанной информации (от микросекунд до нескольких месяцев и даже лет). В результате работы были определены амплитудные и временные характеристики проявления фотохромного эффекта в кристаллах силиката и титаната висмута в условиях воздействия лазерными импульсами в спектральном диапазоне 450–580 нм с одновременным зондированием непрерывным излучением. Установлено, что кристалл титаната висмута более чувствителен к излучению в красной области спектра, чем кристалл силиката висмута. Также было определено, что кристалл BTO имеет большее время релаксации фотоиндуцированного изменения коэффициента, чем BSO.

16:30 *Ефимова Таисия Адамовна*

Анализ перспективности применения наночастиц золота и серебра для micro-LED дисплеев

Институт физики НАН Беларуси

Плазмонное усиление люминесценции является активной областью исследований в последние десятилетия благодаря тому, что имеет определенные перспективы в аналитической спектроскопии, нанобиосенсорах, дисплеях и светоизлучающих устройствах. Усиление с помощью металлических наночастиц было продемонстрировано для молекул, атомов и нанокристаллов (квантовых точек). Для

25 апреля, четверг

практического применения необходимо, чтобы комбинация коэффициентов усиления (увеличение локальной интенсивности, увеличение скорости излучательного перехода) и гашения (уменьшение вероятности излучательного перехода, увеличение скорости безызлучательного перехода) была больше 1, что приводит к общему увеличению интенсивности люминесценции. Более того, необходимо знать оптимальный размер наночастиц и спектральные характеристики (зависимость от длин волн возбуждения и излучения) общего коэффициента усиления/гашения люминесценции. В данной работе представлена теоретическая оценка применимости наночастиц серебра и золота для micro-LED дисплеев. Рассмотрена возможность усиления люминесценции вблизи наночастиц для различных длин волн возбуждения и испускания, диаметров частиц и расстояний до излучателя. Показано, что наибольшее усиление люминесценции можно получить, если возбуждать синим светом зеленый, а после этого зеленым – красный.

16:45 **Жойдик Анастасия Алексеевна**

Адсорбция азота на монослое ReS_2 : квантово-механическое моделирование

Белорусский государственный университет

Дисульфид рения относится к новому поколению слоистых дихалькогенидов тугоплавких металлов, отличаясь от дисульфидов молибдена и вольфрама искаженной низкосимметричной решеткой, приводящей к слабовыраженному эффекту квантового ограничения, анизотропии физических свойств, нетривиальной электронной структуре, а также газочувствительности. Однако непосредственно взаимодействие поверхности ReS_2 с молекулами последовательно не изучались. Целью данной работы было проанализировать адсорбцию азота на монослое ReS_2 , а именно проанализировать плотность электронных состояний, построить карты распределения электронной плотности, молекулярные орбитали путем численного квантово-механического моделирования. Кристаллическая структура ReS_2 предполагает 4 неэквивалентных атома серы, взаимодействующих с молекулой азота. Во всех случаях молекула азота ориентировалась под углом $26\text{--}28^\circ$ к плоскости инверсии монослоя ReS_2 . Наблюдается смещение молекулы азота к центру элементарной ячейки или от него в зависимости от выбранного центра адсорбции (атома серы). Расстояние от атомов азота до атомов серы составляло в среднем $3,4 \text{ \AA}$. Полученные значения углов и расстояний близки к результатам, полученным при исследовании адсорбции азота на монослое MoS_2 . Электронные состояния молекул азота локализованы в области шириной около 1 эВ, лежащие на 2 эВ выше дна зоны проводимости ReS_2 . Это показывает, что электронные состояния молекулы азота слабо смешиваются с электронными состояниями атомов серы, что говорит о физической адсорбции. Наблюдается небольшая деформация эквипотенциальной поверхности одноэлектронного потенциала, что также свидетельствует о физической природе адсорбции азота на монослое ReS_2 .

25 апреля, четверг

17:00 *Пилипович Анна Сергеевна*

Квантово-химическое исследование тиофлавина Т в электронно-возбужденном состоянии

Институт физики НАН Беларуси

Проведены квантово-химические расчеты молекулы Тиофлавина Т (ThT) в основном S_0 и первом возбужденном синглетном S_1 состоянии. Рассчитаны значения энергетических барьеров внутримолекулярного вращения, возникающие при φ равных 0° и 90° . Расчеты вертикальных переходов в возбужденное S_1 состояние показали, что энергия минимальна для скрученной конформации с $\varphi = 90^\circ$ и что внутримолекулярный перенос заряда происходит при повороте фрагментов ThT от 0 до 90° . Проведены расчеты *ab initio* RHF для нахождения оптимальной геометрии в возбужденном S_1 состоянии для ряда молекул ThT с фиксированными значениями φ . Энергетическая зависимость возбужденного состояния от угла кручения φ , полученная методом RHF, показывает, что энергия минимальна при $\varphi \sim 110^\circ$, а для углов кручения в диапазоне от 20° до 70° отчетливо наблюдается плато. Согласно модели, для молекулы ThT в возбужденном синглетном состоянии происходит процесс закрученного внутреннего переноса заряда (TICT), в результате которого происходит переход из флуоресцентного локально возбужденного (LE) состояния в нефлуоресцентное состояние TICT, сопровождающийся ростом угла кручения φ от 37° до 90° . Процесс TICT эффективно конкурирует с радиационным переходом из состояния LE и отвечает за значительное гашение флуоресценции ThT в маловязких растворителях.

17:15 *Шавель Сергей Сергеевич*

ТЕА лазер, генерирующий в ближнем и среднем ИК диапазонах

ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника»

В настоящее время существует устойчивый интерес к разработке источников лазерного излучения, для применения в прикладной спектроскопии и лидарной технике (выполнение условия «замороженной» атмосферы). Особенно интересны области 1-4 мкм и 8-12 мкм, принадлежащих ближнему и среднему ИК диапазонам, где существуют достаточно широкие окна прозрачности атмосферы, свободные от поглощения парами воды. Одним из путей решения этой проблемы может стать использование электронных переходов инертных газов (например Xe, Kr, Ar, Ne) в дополнение к генерации на колебательно-вращательных переходах молекул CO_2 . Генерация одновременного излучения в указанных диапазонах с качеством, соответствующим газовым лазерам (высокая выходная мощность, низкая расходимость и спектрально узкие линии) была успешно получена для неселективного резонатора. В настоящей работе рассматривается аналогичный лазер с селективным резонатором, организованным с помощью дифракционной решетки, работающей в неавтоколлимационном режиме и дополнительных зеркал. Генерация для каждой из линий формируется в своем резонаторе, а на выходе присутствует многоволновое излучение. При этом используется комбинированная газовая смесь, содержащая помимо молекул CO_2 инертные газы, например, Xe: CO_2 :Ne. Применение многоволнового лазера позволит детектировать такие важные загрязнители атмосфера как метан и аммиак.

18:00 - 20:00 Welcome party

26 апреля, пятница

09:30 **Приглашенный доклад**
кандидата физ.-мат. наук Богачева Николая Николаевича
«Источники низкотемпературной плазмы атмосферного давления
для биомедицинских применений»
Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН

10:00 **Безверхняя Дарья Михайловна**

Исследование спектральных характеристик плазмы мишеней из меди, серы и вольфрама в диапазоне мягкого рентгеновского излучения

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Актуальность данного исследования обусловлена возможностью широкого применения источников мягкого рентгеновского излучения в различных научно-прикладных направлениях. В частности, применение мягкой рентгеновской микроскопии позволяет регистрировать изображения биологических объектов с высоким пространственным разрешением (15 – 100 нм). Особый интерес представляет применение излучения в диапазоне водяного и углеродного окон, комбинация результатов исследования образца в этих двух диапазонах позволит обеспечить точную и контрастную картину структуры биологических образцов. Актуальной на сегодняшний день задачей является поиск эффективного и доступного вещества в качестве мишени для создания источника излучения в отмеченных диапазонах. Исследование проводилось на установке «Канал-2» с использованием лазера на неодимовом стекле: длина волны излучения – 1.06 мкм, ширина спектра $\approx 42 \text{ \AA}$, длительность импульса по полувысоте – 2.7 нс, плотность мощности в пятне фокусировки ($\varnothing 140 \text{ мкм}$) варьировалась в диапазоне $10^{12} - 10^{14} \text{ Вт/см}^2$. Были получены спектры МРИ мишеней из серы, вольфрама и меди в диапазоне 20 – 100 $\text{\AA}$. Полученные спектры продемонстрировали, что в диапазоне водяного окна наиболее интенсивное свечение плазмы наблюдается у серы. В диапазоне углеродного окна также имеются спектральные линии всех трёх исследуемых веществ, однако наиболее интенсивно излучает плазма меди.

10:15 **Захарчук Марина Максимовна**

Пространственно-угловое рассеяние лазерного излучения плазмой при облучении мишеней из алюминия и вольфрама

Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук

Пространственно-угловая диаграмма рассеянного плазмой лазерного излучения позволяет судить об изотропности распространения плазменной короны, от которой в основном и происходит рассеяние излучения. От веществ, из которых выполнены мишени, зависят спектральные характеристики и яркость свечения плазмы, так как химический состав и структура облучаемого вещества оказывают влияние на эти параметры. Для исследования рассеивания, позволяющего также оценивать эффективность энерговклада лазерного излучения в плазму, была проведена серия экспериментов по облучению сплошных твердотельных мишеней из вольфрама и алюминия мощным лазерным излучением. При длительности лазерного импульса по

26 апреля, пятница

полувысоте в 2,7 нс плотность мощности излучения в пятне фокусировки на мишени варьировалась в пределах от $0,3 \times 10^{14}$ до $1,1 \times 10^{14}$ Вт/см². По итогам экспериментов сделаны выводы, что при увеличении энергии лазерного импульса повышается интенсивность всего рассеянного излучения для каждого из веществ мишеней. Однако с увеличением энергии лазерного импульса относительная доля рассеянного излучения уменьшается, что означает, что большая часть лазерного излучения участвует во взаимодействии с плазмой. Суммарная интенсивность рассеянного и собственного излучений плазмы оказывается в несколько раз больше, чем в случае только рассеянного излучения. Стоит также отметить, что плазменное суммарное излучение светит более изотропно, чем чистое рассеянное, и охватывает больший диапазон углов.

10:30 **Наговицын Андрей Александрович**

Низкопороговый двухплазмонный параметрический распад необыкновенной волны при монотонном профиле плотности

Физико-технический институт им А.Ф. Иоффе РАН

Электронный циклотронный резонансный нагрев (ЭЦРН) хорошо зарекомендовал себя в установках магнитного удержания плазмы. Однако, в последнее время в ходе экспериментов по ЭЦРН обнаружен целый ряд аномальных паразитных эффектов. Недавно было показано, что эти явления могут быть интерпретированы и детально описаны в рамках модели низкопороговой абсолютной параметрической распадной неустойчивости (АПРН), в результате которой возбуждаются дочерние волны около локального максимума плотности в случае, если по крайней мере одна из дочерних волн оказывается локализована в области распада. Однако, аномальные эффекты поведение при ЭЦРН наблюдалось и в экспериментах с монотонными профилями фоновой плазмы и магнитного поля, где подобные локальные максимумы плотности экспериментально не наблюдались. В настоящей работе аналитически, основываясь на теории Пилии-Розеблута, и, затем, численно показано, что низкопороговая ПРН необыкновенной волны, сопровождающаяся возбуждением нелокализованных дочерних бернштейновских волн, может наблюдаться и при монотонном профиле плотности и магнитного поля. Полученные результаты позволяют под другим углом взглянуть на обнаруженный недавно при анализе многолетних данных с токамака Т-10 эффект значительного уширения профиля энерговыделения, и могут объяснить этот эффект как последствия возбуждения низкопорогового двухплазмонного распада субмегаваттной СВЧ волны.

10:45 **Нечаев Сергей Анатольевич**

Полноволновое моделирование волн в плазме токамака в промежуточном диапазоне частот с учетом немаксвелловской функции распределения электронов

Физико-технический институт им А.Ф. Иоффе РАН

Поглощение волн промежуточного частотного (ПЧ) диапазона в плазме токамака по механизму Ландау на электронах может приводить к образованию «плато» на функции распределения электронов, что приводит к изменению тензора диэлектрической проницаемости плазмы, который определяет свойства волн в плазме. Настоящая работа посвящена учету немаксвелловской функции распределения

26 апреля, пятница

электронов по продольным относительно постоянного магнитного поля скоростям при полноволновом моделировании волн ПЧ диапазона в двумерно-неоднородной плазме токамака с помощью кода WaveTOP2D. Немаксвелловское распределение учитывалось для продольной компоненты тензора диэлектрической проницаемости, определяющей затухание Ландау на электронах. В работе с помощью модифицированного кода с учетом функции распределения с плато, заданной аналитически, проведены расчеты волн ПЧ диапазона в плазме токамаков ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. Для медленной нижнегибридной волны в токамаке ФТ-2 присутствие плато приводило к заметному смещению поглощения к периферии и более пикированному профилю радиального энергопоглощения. Аналогичное поведение поглощения наблюдалось в случае быстрых волн (геликонов) в сферическом токамаке Глобус-М2, причем величина смещения к периферии и амплитуда пика радиального энергопоглощения увеличивались с уменьшением нижней границы плато по скорости, что связано с ростом уровня плато и появлением достаточного количества резонансных электронов в относительно холодной периферийной плазме.

11:00 - 11:15 Кофе-брейк

11:15 *Мисиюк Филипп Юрьевич*

Влияние гамма-лучей ^{60}Co на диэлектрическую проницаемость полимерных композиционных материалов

Научно-исследовательский институт ядерных проблем БГУ

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) перспективны в качестве электромагнитных (ЭМ) экранирующих материалов ввиду их малого удельного веса, коррозионной стойкости, высокой прочности, стойкости к механическим нагрузкам и воздействию высоких температур. Углеродные материалы, в частности многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ), обладают уникальными характеристиками, поэтому особенно широко используются в последнее десятилетие в качестве наполнителя при создании ПКМ, в частности, для создания материалов с контролируемыми электромагнитными свойствами (комплексная диэлектрическая проницаемость, электрическая проводимость). Радиационная стойкость электрической проводимости ПКМ к гамма-излучению представляет особый интерес для аэрокосмических приложений, ввиду чего определение влияния параметров воздействующего излучения на электромагнитные свойства материала является необходимым для оценки возможностей его применения. Известно, что при облучении гамма-лучами ^{60}Co высокомолекулярных соединений (в частности, полимеров) могут протекать различные процессы, такие как деструкция, сшивание и разветвление макромолекул, при этом, изменения претерпевает и углеродный наполнитель, в результате чего может произойти изменение электромагнитных свойств композиционных материалов. В настоящей работе исследовано влияние добавки металлических частиц в ПКМ на основе МУНТ на электромагнитные свойства композиционных материалов в радиочастотном диапазоне 1-18 ГГц, описаны результаты исследования влияния гамма-облучения на спектры диэлектрической проницаемости и электрической проводимости в диапазоне 26-37 ГГц, а также проведен сравнительный анализ диэлектрических свойств ПКМ до и после облучения.

26 апреля, пятница

11:30 **Томкович Николай Владимирович**

Влияние температуры поверхности катода на параметры слоя катодного падения потенциала тлеющего разряда атмосферного давления на постоянном токе в гелии

Институт физики НАН Беларуси

Экспериментальные исследования выявили значительное влияние температуры катода на основные параметры (такие как профиль электрического поля, толщина слоя катодного падения потенциала, плотность тока и температура газа) области катодного падения потенциала самостоятельного тлеющего разряда атмосферного давления (ТРАД) в гелии на постоянном токе. Было замечено, что нагрев катода, возникающий в результате протекания разрядного тока в ТРАД при контрагированном положительном столбе приводит к увеличению межэлектродного напряжения, если катод не охлаждается, и его температура повышается. При нагреве же катода внешним источником тепла межэлектродное напряжение имеет тенденцию к снижению. Тепловой поток от контрагированного положительного столба к катоду приводит к неравномерному распределению электрического поля на поверхности катода, а именно, напряженность электрического поля уменьшается в несколько раз от центра разряда к его периферии. Тем не менее, параметры на периферии катодного падения потенциала с контрагированным положительным столбом и катодной области в диффузном ТРАД более или менее подчиняются законам подобия. Однако параметры катодной области в центре катодной области ТРАД с контрагированным положительным столбом существенно отклоняются от законов подобия.

11:45 **Фомин Максим Олегович**

Связь между полным электронным содержанием ионосферы и параметрами солнечного излучения

Объединённый институт проблем информатики НАН Беларуси

Процессы, происходящие в ионосфере, взаимосвязаны с внешним магнитным полем Земли. Так, активные процессы на Солнце помимо ионизации верхней атмосферы Земли приводят к многочисленным геофизическим последствиям: магнитным бурям, полярным сияниям и т.д. Основной характеристикой при изучении ионосферы является полное электронное содержание (ПЭС), определяемое как интеграл от электронной плотности по пути распространения волны с поперечным сечением 1 м² между спутником и наземной станцией. Проводя измерения спутниковых радиосигналов на двух различных частотах, можно получить оценки ПЭС по дальностным и фазовым измерениям. Для получения оценки абсолютного ПЭС использован алгоритм на основании результатов двухчастотных фазовых и дальностных измерений. Были изучены данные об излучении Солнца от различных открытых спутниковых миссий и посчитан ПЭС за интересующий период. Проанализирован отклик ионосферы на изменения параметров солнечных излучений.

26 апреля, пятница

12:00 *Ковалёва Елизавета Евгеньевна*

Туннельное расщепление некоторых колебательных уровней энергий в катионе ${}^+\text{SH}_3$ и радикале GeH_3

Белорусский государственный университет

Четырехатомные молекулы, радикалы и ионы с равновесной структурой, аналогичной молекуле аммиака (NH_3), привлекают внимание исследователей по ряду причин. Способность этих соединений туннелировать в эквивалентную конфигурацию, преодолевая барьер плоской структуры, ведет к расщеплению всех колебательных уровней энергии. Колебательные и микроволновые спектры катиона ${}^+\text{SH}_3$ и радикала GeH_3 интенсивно исследуются, однако, до сих пор не определены величины туннельных расщеплений их основных колебательных состояний. Недавно мы предложили оригинальный подход к определению величин туннельных расщеплений некоторых колебательных состояний в пирамидальных соединениях, и протестировали его на катионе гидрониума – ${}^+\text{OH}_3$. Опираясь на развитый там подход, были рассчитаны 2D ППЭ для соединений ${}^+\text{SH}_3$ и GeH_3 на уровне теории CCSD(T)/dAug-cc-pVQZ. Последующее численное решение колебательного уравнения Шредингера, позволило определить энергии ряда колебательных состояний этих соединений. Величины расщеплений основных колебательных состояний ${}^+\text{SH}_3$ и GeH_3 оказались равными 3.6×10^{-11} и 0.22 см^{-1} , соответственно.

12:15 *Лихачев Артём Андреевич*

Метод вложения в моделях эффективной среды для учёта взаимодействия электромагнитного излучения с нанокompозитом

Белорусский государственный университет

Одной из самых известных моделей, используемой для описания взаимодействия электромагнитного излучения (ЭМИ) с композитом, является модель эффективной среды [1], также известная, как модель Брагемана. Данная модель используется для сред, как с макроскопическими включениями, так и для сред, содержащих наноструктурные объекты [2]. Композит рассматривается, как эффективная среда с включениями, обладающая определенными значениями эффективной диэлектрической и магнитной проницаемостей. При этом считается, что включения имеют сферическую форму, их концентрация достаточно велика, а взаимодействие включений с окружением рассматривается, как взаимодействие с эффективной средой. В работе [3] предложена адаптация модели эффективной среды для наноструктурированного углеродного композита. Модель включает импедансы RLC-контуров, которые являются модельными представлениями структурных элементов нанокompозита: индуктивность – углеродные волокна, емкость – воздушные промежутки, активное сопротивление – переходные оболочки. Однако данная модель предполагает, что во всём композите образуются RLC-контуры только одного вида, что вносит существенные ограничения и не позволяет учесть сложные системы со многими включениями. В работе предложен подход, который позволяет адаптировать модель с целью дальнейшего моделирования более сложных нанокompозитов: вычислять эффективные параметры среды с любым количеством образованных RLC-контуров. Реализация подобной модели позволит рассчитывать коэффициенты отражения R , пропускания T , поглощения D материалов с набором включений различных размеров и концентраций.

26 апреля, пятница

12:30 **Хартон Михаил Максимович**

Влияние хиральности полуметаллов Вейля на рассеивающие свойства цилиндров

Белорусский государственный университет

Полуметаллы Вейля представляют собой уникальный класс полуметаллов. В отличие от обычных полуметаллов, валентная зона и зона проводимости соприкасаются в дискретных точках импульсного пространства, причем вблизи этих точек закон дисперсии линеен. Полуметаллы Вейля демонстрируют богатое разнообразие различных интересных для исследования свойств. В данной работе основное внимание уделяется обусловленным аномальным эффектом Холла хиральным эффектам, описываемым посредством тензора диэлектрической проницаемости материала. В результате решения уравнений Максвелла в полуметалле Вейля найдены точные аналитические цилиндрически симметричные решения для векторов напряженности электрического и индукции магнитного полей. С их использованием найдены коэффициенты рассеяния для отдельных мод на частицах круглой цилиндрической формы. Вид диаграмм рассеяния указывает на сильное влияние хиральных эффектов на направление и распределение интенсивности рассеянного излучения. Установлено, что, изменяя такие параметры полуметаллических частиц как радиус и значения компонент тензора диэлектрической проницаемости, можно добиться подавления или усиления как прямого, так и обратного рассеяния. Изменением недиагональных компонент регулируется направление главного максимума рассеяния. Итак, полуметаллы Вейля могут быть использованы для создания различных компактных невзаимных оптических элементов.

12:45 **Хартон Макар Максимович**

Баротропная неустойчивость зонального потока

Белорусский государственный университет

Баротропная неустойчивость является важным механизмом, влияющий на формирование погодных явлений. Основная цель работы заключается в исследовании динамики и свойств неустойчивости. Получены характерные масштабы явления, необходимые условия зарождения и развития в зональном потоке. Используя приближение Буссинеска, уравнения движения сильно упрощаются. Переход к переменным вихрь и функция тока сокращает число уравнений и не требует поля давлений. Получаем параболическое уравнение переноса вихря, а для функции тока – эллиптическое уравнение. Параболическое уравнение решаем одношаговой явной двухслойной противопотоковой схемой. В ней односторонние разности для конвективных членов всегда берутся против потока. Для функции тока уравнение решаем итерационно методом Якоби, этот метод не вносит схемной асимметрии. Написана программа на языке C++ с использованием библиотеки qcustomplot. Задан горизонтальный поток, из трёх профилей близких к распределению Коши. Получен большой градиент скорости и точки перегиба, что соответствует неустойчивому потоку согласно теореме Рэлея. Также вязкость дополнительно дестабилизирует поток. На левой и правой границе – периодические граничные условия, а на верхней и нижней, условия не прохождения. Для образования неустойчивости необходимо задать начальные гармонические возмущения, время развития которых в вихревые структуры несколько суток, что наблюдается в природе. Существенным фактором, влияющим на развитие неустойчивости, является волновое число начального возмущения. В узком диапазоне волновых чисел неустойчивость развивается, вне диапазона она не наблюдается.

26 апреля, пятница

13:00 – 14:00 Обеденный перерыв

14:00 *Бакей Илья Константинович*

Методы улучшения качества цифровых изображений для проведения экспертных исследований

Институт физики НАН Беларуси

В современном мире цифровые изображения играют все более важную роль в медицине, науке, промышленности, искусстве и других областях деятельности. Однако, качество цифровых изображений может быть недостаточным для проведения экспертных оценок или диагностических исследований. Недостатками цифровых изображений могут шум, нечеткость, низкое разрешение, недостаточная контрастность и прочие искажения, которые могут снижать их качество и визуальную привлекательность. В связи с этим, существует необходимость разработки методов улучшения качества цифровых изображений. В данной научной работе рассмотрена проблема качества цифровых изображений, а также перечислены некоторые способы решения этой проблемы. В частности, в работе проведен анализ фильтра Габора и его математическая составляющая для улучшения качества цифровых изображений.

14:15 *Бороховский Георгий Владимирович*

Исследование эффективности смешивания разнородных жидкостей в микро гидродинамических устройствах различной геометрии

Белорусский государственный университет

Микрофлюидик устройства сегодня имеют большое значение в медицине, например они используются для формирования защиты мРНК путем “облепливания” их различными липидами. В данной работе рассматриваются проблемы, связанные со смешиванием двух разнородных жидкостей (вода, этанол) в пассивных микромиксерах. В таких устройствах смешивание происходит в основном за счет процессов диффузии. Для оценки работы использовалось отношение концентрации к максимально возможной. Эффективность смешивания можно повысить путем изменения как геометрии основного канала (зигзагообразные, круговые), так и входных каналов (Т, У образные). При численном решении стационарной задачи показано, что наиболее эффективное смешивание достигается для Т-образного входного канала и зигзагообразного (с кольцами) основного канала (около 80% при длине канала 2000 микрометров). Эффективность смешивания можно существенно повысить путем интегрирования в узкие части канала пористых сред, что приводит к повышению давления на входе в канал в несколько раз (порядка 5), но эффективность смешивания при этом повышается вплоть до 100% на меньших длинах основного канала. Для расчета использовался пакет COMSOL Multiphysics

26 апреля, пятница

14:30 *Зелковский Евгений Александрович*

Электрофизические свойства серебряно-графеновых наночастиц с комплексом метилпропилфенилпропановой кислоты для микроволновой терапии опухолевой ткани шейки матки

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В работе выполнено теоретическое моделирование напряженности электромагнитного поля и распределения плотности потока мощности в серебряно-графеновых наночастицах с комплексом метилпропилфенилпропановой кислоты (МПК), сопряженных с уравнением биотепла в опухоли шейки матки под воздействием микроволнового облучения в диапазоне частот от 100 МГц до 1 ГГц с использованием программы COMSOL Multiphysics 4.3. Применительно к микроволновой химиотерапии опухолевой ткани шейки матки рассчитанные величины $E_{\max}$ на поверхности серебряно-графеновых наночастиц с комплексом МПК претерпевают изменения в $\sim 10^5$ раз выше, чем в исходной МПК или серебряных наночастицах без кГ. Установлено, что $P_{\text{сериx}}$ приводит к периодическому появлению локальных изменений поля только в наночастицах с Ag, кГ и МПК. Этот метод может быть успешно применен для активизации лекарственных молекулярных кристаллов и определения биофизических условий улучшенной микроволновой химиотерапии тканей шейки матки.

14:45 *Жигар Евгений Валерьевич*

Анализ возможностей спектроскопии диффузного отражения при исследовании спектральных свойств пищевых продуктов

Институт физики НАН Беларуси

Спектроскопия диффузного отражения – это метод анализа света, отраженного от поверхности материала. В отличие от обычного, при котором свет отражается от поверхности под углом относительно нормали к поверхности, при диффузном отражении свет рассеивается во все стороны. В спектроскопии диффузного отражения измеряется интенсивность отраженного света в зависимости от его длины волны или энергии. Этот метод широко применяется для анализа химического состава и физических свойств различных объектов, в том числе, пищевых продуктов. Целью настоящей работы являлся подбор оптимальной методики для анализа спектрально-пространственных профилей и спектральных зависимостей молочных продуктов, а также оценка применимости метода диффузионного отражения. По представленным спектрально-пространственным профилям на примере масла при разной степени жирности можем наблюдать смещение полосы поглощения за счёт изменения концентрации воды в продуктах. Таким образом, используя предложенный подход, по анализу спектров молочных продуктов можно определить содержание белков и углеводов, и, как следствие, установить качество исследуемых образцов.

26 апреля, пятница

15:00 **Коблов Иван Владимирович**

Роль скорости высвобождения порфириновых фотосенсибилизаторов в определении эффективности их наноразмерных фармакологических форм

Белорусский государственный университет

Оптимальная активность лекарств определяется не только их физиологической активностью с учётом механизмов и мишеней действия, но и, в значительной степени, достигается применением эффективной, научно-обоснованной лекарственной формы. Использование фармакологических форм на основе различных типов наноразмерных материалов является наиболее перспективным методическим подходом для повышения терапевтической эффективности препаратов посредством контролируемого изменения их распределения в организме, включая процессы накопления и выведения в клетках-мишенях и тканях-мишенях. Одним из важнейших параметров, позволяющих оценивать результативность использования наноразмерных фармакологических форм *in vivo*, является профиль высвобождения лекарственного препарата из состава наноносителя. В настоящее время роль характеристик кинетики выхода препарата из состава наноносителей изучена недостаточно из-за существующих ограничений анализа массопереноса в сложных биологических системах. В нашей лаборатории разработаны флуоресцентные методы регистрации кинетики освобождения препаратов из различных типов наноструктурных наноносителей (липидные и полимерные везикулы, циклодекстрины, стимул-зависимые полимеры и др.). С использованием данных методов проведено сравнение изменений скорости диссоциации из состава наноносителей ряда тетрапиррольных фотосенсибилизаторов с различными физико-химическими свойствами. Показано, что данный параметр изменяется в значительных пределах в зависимости как от свойств молекул фотосенсибилизатора, так и от особенностей структурной организации наноносителя. С использованием модельных клеточных и тканевых систем подтверждено предположение о возможности контролируемых изменений процессов биораспределения фотосенсибилизаторов в результате использования их наноструктурных фармакологических форм.

15:15 **Таболич Анастасия Александровна**

Применение спектроскопии комбинационного рассеяния для изучения углеродных волокон

Институт физики НАН Беларуси

Методом спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР) в комбинации с конфокальной микроскопией исследованы углеродные волокна, полученные термической деструкцией в инертной среде при различных температурах отжига, в диапазоне от 800 до 2200 С. Показано, что существенные изменения в параметрах G и D полос углерода происходят при превышении температуры отжига в 1200 С. Соотношение интегральных интенсивностей возрастает с увеличением температуры отжига, что соответствует увеличению упорядоченной фазы в структуре углеродных волокон. Исходя из имеющихся данных такие изменения с большей степенью вероятности могут быть обусловлены ростом степени графитизации углеродных волокон. Продemonстрировано, что спектроскопия КР может выступать в качестве инструмента контроля при производстве углеродных волокон.

26 апреля, пятница

15:30 **Таболич Анастасия Александровна**

Исследование хемилюминесцентным методом закономерностей фотоповреждения грамотрицательных бактериальных клеток, сенсibilизированных индотрикарбоцианиновым красителем

Институт физики НАН Беларуси

Индотрикарбоцианиновые красители считаются перспективными сенсibilизаторами для реализации в практическом здравоохранении методов фото динамической терапии опухолей и антимикробной фотодинамической терапии. Однако механизм фотохимических процессов, сенсibilизированных указанными красителями, в полной мере не выяснен. В настоящей работе изучен механизм фото повреждения грамотрицательных бактериальных клеток *E.coli*, сенсibilизированных индотрикарбоцианиновым красителем ПК220, при воздействии излучением светодиодного источника с длиной волны в максимуме спектра испускания 745 нм, соответствующей длинноволновой полосе поглощения мономеров красителя. Для оценки величины фотобиологического эффекта использовалась интенсивность собственной (не усиленной добавками активаторов) светоиндуцированной хемилюминесценции клеток. Установлено, что непосредственно после прекращения облучения суспензии клеток основной вклад в их фотодеструкцию вносит синглетный кислород и в меньшей степени - перекись водорода; гидроксильные радикалы не играют заметной роли в механизме сенсibilизированных фотохимических процессов.

15:45 - 16:00 Кофе-брейк

16:00 - 16:30 Закрытие конференции