



XXXIV Всероссийская Школа-семинар  
«Волновые явления: физика и применения»  
имени профессора А.П. Сухорукова

28 мая – 2 июня 2023

Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова  
Физический факультет

## СБОРНИК ТРУДОВ

# XXXIV Всероссийской школы-семинара «Волновые явления: физика и применения» имени профессора А.П. Сухорукова

под общей редакцией канд. физ.-мат. наук А.Н. Калиша

28 мая – 2 июня 2023 года

Школа-семинар проводится при поддержке ООО «Микроволновая электроника».

Информация о школе-семинаре «Волны-2023», включая сборник трудов школы-семинара, представлена на сайте <http://waves.phys.msu.ru/>.

Адрес электронной почты организационного комитета:  
[orgwaves@physics.msu.ru](mailto:orgwaves@physics.msu.ru).



**INWAVE**  
MICROWAVE ELECTRONICS

ISBN 978-5-6045125-3-1

## СЕКЦИЯ

### «НАНОФОТОНИКА, МЕТАМАТЕРИАЛЫ И ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ»

Теория связанных мод для резонансных дифракционных решёток	Д.А. Быков, Е.А. Безус, Л.Л. Досколович
Супер-связанные состояния в континууме в фотонном кристалле за счет слияния резонансов	Г.В. Шадрина, Е.Н. Булгаков, А.Ф. Садреев
Дифференцирование оптических сигналов с помощью интегральной структуры «металл-диэлектрик-металл»	А.И. Кашапов, Е.А. Безус, Д.А. Быков, Л.Л. Досколович
Управление параметрами гибридной структуры для получения связанных хиральных оптических таммовских состояний	Н.В. Рудакова, С.Д. Корнев, И.В. Тимофеев, Р.Г. Бикбаев, С.Я. Ветров
Мозаичный фотонный топологический изолятор на массиве четырехугольных призмных резонаторов	П.Н. Ким, Д.П. Федченко, Н.В. Рудакова, И.В. Тимофеев
Формирование пространственно-временных оптических вихрей при помощи гиперболических метаматериалов с оптической нелокальностью	В.Б. Новиков
Моды невидимости в диэлектрических частицах	А.Р. Бекиров
Апериодические и квазикристаллические микрорезонаторные структуры для усиления магнитооптического эффекта Фарадея	П.В. Головкин, Д.О. Игнатъева, В.И. Белотелов
Динамика волн Блоха в фотонных кристаллах конечных размеров с непараллельной структурой	А.Д. Никитченко, Ж.О. Домбровская, А.Н. Боголюбов
Особенности ионизации примесей в щелевом графене в квазиклассически сильном постоянном электрическом поле	О.Ю. Бабина, С.Ю. Глазов, И.А. Подгорная
Плазменные возбуждения в двумерном электронном газе	К.В. Бухенский, А.Б. Дюбуа, А.Н. Конюхов, С.И. Кучерявый, А.С. Сафoshкин
Фотодетектор горячих электронов на основе таммовского плазмон-поляритона	Р.Г. Бикбаев, Ч.-Х. Хуан, Ч.-Х. Ву, М.-Д. Йе, Ч.-В. Чэнь, Т.-Д. Ван, В. Ли, Г.-П. Чэнь, И.В. Тимофеев
Оптимизация эффективности фотодетектора на основе пленки германия в структуре с таммовским плазмон-поляритоном	Ю.В. Конов, Р.Г. Бикбаев, И.В. Тимофеев
Определение оптического профиля тонких градиентных пленок методом поверхностного плазмонного резонанса	А.В. Анисимов, С.А. Лобастов, И.Ш. Хасанов
Фотосинтетический аппарат на примере холестерической жидкокристаллической пленки, легированной пигментным комплексом высших растений	Е.Р. Буханов, А.Д. Шефер, Т.А. Зотина, М.Н. Крахалёв

Влияние асимметрии положения дефекта фотонного кристалла на поглощение света	Л.Е. Тырышкина, Н.В. Рудакова, П.С. Панкин, Д.С. Бузин, И.В. Тимофеев
Оптическая и электронная микроскопия кластеров наночастиц $Nd^{3+}:LaF_3$ , синтезированных ГТМВ методом	Г.О. Силаев, А.Т. Шайдулин, О.В. Уваров, Е.О. Орловская, Ю.В. Орловский, Ю.Г. Вайнер
Фотоионизация в фотонном кристалле из углеродных нанотрубок под действием предельно короткого оптического импульса	Ю.В. Двужилова, И.С. Двужиллов, М.Б. Белоненко
Исследование дифракции света на электрически управляемых мультиплексированных многослойных неоднородных голографических ФПМ-ЖК дифракционных структурах	В.О. Долгирев, С.Н. Шарангович, Д.С. Растрьгин
Уединенные электромагнитные волны в графеновых сверхрешетках со слабой неаддитивностью энергетического спектра	О.Ю. Бабина, С.Ю. Глазов, И.А. Подгорная, И.Н. Федулов

### **СЕКЦИЯ «КОГЕРЕНТНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ»**

О квантовых когерентных состояниях микрочастицы в вязкой среде	С.В. Сазонов
Оптические текстуры супер-решетки, создаваемые эффектом Тальбота на суперпозиционных структурах	Э.Ч. Дармаев, Д.А. Иконников, Ф.А. Барон, С.А. Мысливец, В.Г. Архипкин, А.М. Вьюнышев
Дифракция Брэгга на регулярных доменных структурах с наклонными стенками в кристалле ниобата лития в приложенном электрическом поле со ступенчатой временной зависимостью	Е.Н. Савченков, С.М. Шандаров, М.А. Чувакова, А.Р. Ахматханов, В.Я. Шур
Методы оценки шумовых характеристик фоторегистраторов на основе автоматической сегментации для задач когерентной фотоники	А.В. Козлов, В.Г. Родин, П.А. Черёмхин
Взаимодействие световых волн с циркулярной поляризацией на фоторефрактивных голограммах в кубических гиротропных кристаллах	С.М. Шандаров, Н.И. Буримов, А.О. Злобин, С.С. Шмаков, А.А. Шмидт, Р.А. Симонян, В.Н. Навныко
Тонкая и грубая структуры частотного спектра мощных лазерных диодов при медленной деградации	В.В. Близнюк, В.А. Паршин, А.Г. Ржанов, О.И. Семенова, А.Е. Тарасов
Расчет спектрального пропускания акустооптического фильтра при амплитудной и частотной модуляции управляющего сигнала	Е.А. Дьяконов, В.Э. Пожар
Оптические свойства мультиплексных вихревых структур	А.М. Зотов, П.В. Короленко, Н.Н. Павлов
Рассеяние поляризованных импульсов оптического излучения в тонких облачных слоях	Я.А. Илюшин

Свойства фрактальных спеклоподобных структур	О.М. Вохник, П.В. Короленко, В.И. Мохов
Фотоиндуцированное поглощение света в кристалле титаната висмута, легированном цинком и фосфором	В.Г. Дю, Ф.А. Суховольский, А.С. Аскарлов, А.В. Цыкалова, В.В. Мурашкин, С.М. Шандаров, М.Г. Кистенева

### **СЕКЦИЯ «НЕЛИНЕЙНАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА»**

Преобразование частоты четного когерентного состояния вверх	А.В. Белинский, Р. Сингх
Затухание Zitterbewegung в сверхрешетке на основе дираковского кристалла	Е.И. Кухарь, С.В. Крючков, Н.А. Иванов
Широкополосная генерация суммарных частот излучения СО-лазера в просветленном нелинейном кристалле ZnGeP <sub>2</sub>	М.В. Ионин, И.О. Киняевский, Ю.М. Климачев, А.М. Сагитова, М.М. Зиновьев
РТ - симметрия и структура излучения мощных лазерных диодов	А.Г. Ржанов
Принципы создания оптического транзистора на основе нелинейного интерферометра Фабри-Перо в терагерцовом спектральном диапазоне	И.И. Казаков, М.С. Гусельников, С.А. Козлов
Модуляция излучения СО лазера электрооптической ячейкой на основе сегнетоэлектрического жидкого кристалла	Ю.М. Климачев, А.Ю. Козлов, Д.В. Синицын, О.А. Рулев, Е.П. Пожидаев, А.В. Кузнецов, А.А. Жукович-Гордеева, М.В. Минченко
Возможность формирования квантового фантомного изображения с помощью направленного ответвителя	Р. Сингх

### **СЕКЦИЯ «ОПТИКА ПРЕДЕЛЬНО КОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ»**

Особенности излучения уединенного импульса поляризации, движущегося со световой и сверхсветовой скоростями	Р.М. Архипов, М.В. Архипов, А.В. Пахомов, Н.Н. Розанов
Интерференция площадей предельно коротких импульсов: обобщения и следствия	О.О. Дьячкова, Р.М. Архипов, М.В. Архипов, А.В. Пахомов, Н.Н. Розанов
Генерация оптико-терагерцовых солитонов малопериодным лазерным импульсом	А.А. Калинович, С.В. Сазонов
О параметрических световых пучках с малым числом колебаний	К.В. Кошкин, С.В. Сазонов, А.А. Калинович, М.В. Комиссарова
Перекрытие и интерференция вкладов фазовой самомодуляции и генерации утроенных частот в спектр однопериодного терагерцового импульса при его распространении в нелинейной среде	И.Р. Арцер, М.В. Мельник, А.Н. Цыпкин, С.А. Козлов

Формирование квазиуниполярных импульсов в неравновесных замагниченных плазменных каналах	А.В. Богацкая, Е.А. Волкова, А.М. Попов
Оптимизация последовательностей униполярных импульсов разной полярности для реализации квантовых операций в кубитах	М.В. Бастракова, В.А. Вожаков, М.А. Сергеев, А.В. Линев, Д.С. Куландин, Н.В. Клёнов, И.И. Соловьев
Генерация предельно коротких импульсов в лазере с когерентной синхронизацией мод	А.В. Пахомов, М.В. Архипов, Н.Н. Розанов, Р.М. Архипов
Учет энергетического дисперсионного расплывания свободных носителей, индуцированных мощным фемтосекундным лазерным излучением в диэлектриках	К.В. Львов, С.Ю. Стремоухов
Математическая модель двухфотонного резонансного взаимодействия терагерцовых волн из малого числа колебаний с колебательными модами диэлектрических сред	М.С. Гусельников
Усиление и компрессия частотно модулированных импульсов в активном неоднородном световоде	А.С. Абрамов, И.О. Золотовский, В.А. Лапин, П.П. Миронов, Д.И. Семенцов
О влиянии вынужденного комбинационного саморассеяния на динамику импульсов в градиентном волноводе	В.А. Халяпин, А.Н. Бугай

### **СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОЛН»**

Циклотронные защитные устройства для систем радиолокации	С.В. Быковский, Ю.А. Будзинский
Исследование корректности применения микроволновой САПР для проектирования активных оптико-электронных устройств	М.Е. Белкин, А.А. Воронина, А.С. Сигов
Использование мощных электромагнитных импульсов пикосекундной длительности для биомедицинских приложений	Р.А. Денисов, В.А. Вдовин, В.А. Черепенин
Характеристики распределенной локационной системы со сверхширокополосным зондирующим сигналом	В.В. Кулагин, В.В. Валуев, В.Н. Корниенко, В.А. Черепенин
Теоретическое и экспериментальное исследование генерации на гармониках гирочастоты в сильноточном релятивистском гиротроне	Э.Б. Абубакиров, А.Н. Денисенко, А.Н. Леонтьев, К.В. Минеев, Р.М. Розенталь
Электронная пушка с автоэмиссионным катодом на основе углеродных нанотрубок для мощного клистрона с распределенным взаимодействием миллиметрового диапазона	В.Е. Родякин, В.Н. Аксенов

Применение корреляционных методов для анализа шумовой генерации плазменных источников	И.Е. Иванов
Динамика электромагнитного поля вблизи края полосковой линии при ее зарядке	В.Н. Корниенко, В.В. Кулагин
Разработка релятивистского гиротрона диапазона 300 ГГц на основе электронно-оптической системы с термоэмиссионным катодом	А.Н. Леонтьев, О.П. Планкин, Р.М. Розенталь, Е.С. Семенов

### **СЕКЦИЯ «АКУСТИКА НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД»**

Нелинейная трехмерная модель параметрической генерации низкочастотного сигнала разностной частоты	А.В. Квашенникова, П.В. Юлдашев, И.Б. Есипов, В.А. Хохлова
Использование метода акустической голографии для исследования ультразвукового поля 128-элементной фокусированной решётки в воздухе	Ш.А. Асфандияров, С.А. Цысарь, О.А. Сапожников
Фазовая коррекция каналов многоэлементной терапевтической решетки с помощью метода акустической голографии	С.А. Цысарь, Ш.А. Асфандияров, П.Б. Росницкий, В.А. Хохлова, О.А. Сапожников
Влияние акустической нелинейности на величину радиационной силы, оказываемой фокусированным ультразвуковым пучком на упругий шар в жидкости	Л.М. Котельникова, П.В. Юлдашев, С.А. Цысарь, О.А. Сапожников
Вычисление поля, рассеянного от большой неоднородной области	Д.И. Зотов, О.Д. Румянцева, А.С. Черняев
Оценка скорости звука в газонасыщенных осадках по данным с векторного приемника	М.А. Иванов, А.С. Шуруп
Математическое моделирование сейсмоакустических волн в слоистом арктическом волноводе	Д.А. Преснов
Объемные осцилляции и акустическое излучение подводных газовых пузырей при столкновении капли с поверхностью воды	В.Е. Прохоров
Влияние скорости продольной деформации на упругие свойства полимера ABS	А.Б. Володарский, А.И. Кокшайский, Н.И. Одина, А.И. Коробов
Нарушение рэлеевского закона и структура спектра резонансного и диффузного рассеяния волны Рэлея на статистической неоднородности изотропного твёрдого тела	В.Н. Чуков

## **СЕКЦИЯ «ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ И ТЕЧЕНИЯ»**

Периодические течения в жидкостях: волны и лигаменты	Ю.Д. Чашечкин
Регистрация коротких капиллярных волн в течениях импакта капли	А.Ю. Ильиных
Течения и внутренние волны в Черной губе Кандалакшского залива	К.А. Левонян, И.Н. Иванова, А.А. Будников, А.С. Сергеев
Доступная поверхностная потенциальная энергия в линейных и нелинейных волнах на поверхности несжимаемой жидкости	К.Ю. Лапшина
Использование геометрических свойств трех инвариантов в волновых задачах гидродинамики и электродинамики	В.М. Овсянников
Трансформация нелинейных групп волн на поверхности воды при быстром изменении условий распространения	А.В. Слюняев, Ю.А. Степанянц, G. Ducrozet
Инструментальная регистрация морских волн у о-ва Сахалин: волновой климат, физические параметры, волны-убийцы	А.В. Кокорина, А.В. Слюняев, А.И. Зайцев, Е.Г. Диденкулова, А.А. Москвитин, О.И. Диденкулов, Е.Н. Пелиновский
Поверхностные волны в концентрационно стратифицированной вязкой жидкости	А.А. Очиров
Распространение цилиндрических волн на поверхности вязкой, нестратифицированной жидкости	С.В. Ходырев
О влиянии вязкости на пороговое значение амплитуды вертикальных вибраций, вызывающих рябь Фарадея на заряженной поверхности жидкости	Д.Ф. Белоножко
Затухание гравитационных волн на фрагментированном льду. Натурный эксперимент и численное моделирование	Г.Е. Хазанов, С.А. Ермаков, В.А. Доброхотов
Потенциал морских навигационных радаров X-диапазона для измерения ветровых волн в открытом океане: разработка и валидация SeaVision	Н.Д. Тилинина, Д.В. Ивонин, А.В. Гавриков, В.Д. Шармар, С.К. Гулев, М.А. Криницкий, Е.А. Ежова, А.И. Суслов, В.А. Фадеев, С.А. Баргман, Б.С. Трофимов, А.В. Соков
Формирование и эволюция крупномасштабных вихревых структур в аккреционных дисках вокруг нейтронных звёзд	З.Д. Ливенец, А.Ю. Луговский
Периодический режим потока сальтации в условиях неоднородности микрорельефа поверхности	Е.А. Малиновская, Г.И. Горчаков, А.В. Карпов, Л.О. Максименков, О.И. Даценко
О модуляции гравитационно-капиллярных волн внутренней волной	В.А. Доброхотов, С.А. Ермаков, И.А. Сергиевская

## **СЕКЦИЯ «МАГНОНИКА И СПИНТРОНИКА»**

Оптическое возбуждение и детектирование неоднородных спиновых мод	Д.О. Игнатьева
---	----------------

Спин-электрон-акустические волны и солитоны в магнитоупорядоченных проводниках	П.А. Андреев
Распространение спиновых волн в низкочастотном и высокочастотном диапазонах в многослойных магнетонных кристаллах	А.С. Пташенко, С.А. Одинцов, А.В. Садовников
Брэгговские резонансы в слоистой структуре YIG/Pt/YIG	Н.Д. Лобанов, О.В. Матвеев, М.А. Морозова
Нелокальное возбуждение магнитоупругих волн распространяющимся спин-волновым континуумом	Я.А. Филатов, П.И. Геревенков, А.М. Калашникова, Н.Е. Хохлов
Частотная невзаимность коллективных мод спиновых волн в геометрически асимметричной двухслойной структуре	П.И. Геревенков, В.Д. Бессонов, В.С. Теплов, А.В. Телегин, А.М. Калашникова, Н.Е. Хохлов
Лазерно-индуцированные фазовые переходы в магнетите за пределами области термодинамического равновесия	А.В. Кузикова, Л.А. Шелухин, Ф.М. Максимов, А.И. Чернов, Р.В. Писарев, А.М. Калашникова
Распространение спиновых возбуждений в сверхпроводящих гибридных структурах	Н.Г. Пугач, Я.В. Туркин, О.В. Галлямова
Анализ структуры Джозефсоновского магнитного туннельного перехода: от классического до квантового приближения	В.В. Юрлов, К.А. Звездин, А.К. Звездин
Универсальная модель магнитного туннельного перехода на Verilog-A для проектирования интегральных схем	М.Д. Лобкова, П.Н. Скирдков, К.А. Звездин
Поведение характеристик выпрямленного микроволнового сигнала в магнитных туннельных переходах с перпендикулярной магнитной анизотропией в перпендикулярном и планарном магнитных полях	К.В. Киселева, Г.А. Кичин, П.Н. Скирдков, К.А. Звездин
Влияние взаимного направления поляризатора и свободного слоя на автогенерацию магнитных туннельных переходов (МТП) разной геометрии	В.Р. Киктева, К.В. Киселева, Г.А. Кичин, П.Н. Скирдков, К.А. Звездин
Температурная зависимость параметра затухания Гильберта и напряжения обратного спинового эффекта Холла в гетероструктурах W/NiFe, Pt/NiFe	А.С. Пахомов, П.Н. Скирдков, А.И. Чернов, К.А. Звездин
Демультимплексирование спиновых волн с помощью спинового тока	Н.Д. Лобанов, О.В. Матвеев, М.А. Морозова
Теоретическое описание магнитоэлектрического эффекта в мультиферроиках с антисимметричным обменным взаимодействием	М.И. Труханова, П.А. Андреев

Фазовые диаграммы редкоземельных ферритмагнетиков с поверхностной анизотропией вблизи температуры компенсации	В.В. Юрлов, К.А. Звездин, А.К. Звездин
---	--

### **СЕКЦИЯ «НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»**

Анализ динамики основных волновых ритмов головного мозга при выполнении когнитивных задач	Н.А. Брусинский, А.А. Бадарин, В.М. Антипов, С.А. Куркин
Применение метода Галеркина в уравнении Курамото-Цузуки в нейронных сетях	С.Т. Белякин
Искаженная динамическая система с переменным седловым полем	А.В. Степанов, С.Т. Белякин
Статистические характеристики тока, протекающего через полупроводниковую сверхрешетку, при флуктуациях структуры	А.О. Сельский, А.А. Короновский, О.И. Москаленко
Краткосрочный прогноз, анализ, визуализация пассажиропотока московского метрополитена	И.А. Кочетов

### **СЕКЦИЯ «БИО- И МЕДИЦИНСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ВОЛНОВОЙ ФИЗИКИ»**

Полярный подход к транспортным процессам в биомолекулах и квантовая информация	А.В. Чижов
Коррекция рекуррентного анализа с учетом частоты сигнала ЭЭГ на примере обработки когнитивных тестов пациентов с мигренью	Е.П. Емельянова, А.О. Сельский, А.Е. Руннова
Возможности компенсации аберраций при транскраниальной фокусировке мощного ультразвука в область мозга для черепов различной внутренней структуры и геометрии	Д.Д. Чупова, П.Б. Росницкий, О.В. Солонцов, Л.Р. Гаврилов, Е.А. Мершина, В.Е. Сеницын, В.А. Хохлова
Влияние анатомических особенностей головы человека на диапазон глубин эффективной фокусировки при транскраниальном облучении глубоких структур головного мозга	О.В. Солонцов, Д.Д. Чупова, П.Б. Росницкий, Л.Р. Гаврилов, Е.А. Мершина, В.Е. Сеницын, В.А. Хохлова
Влияние траектории облучения на скорость тепловой абляции и объем разрушенной биоткани при ударно-волновом воздействии фокусированным ультразвуком	П.А. Пестова, П.В. Юлдашев, В.А. Хохлова, М.М. Карзова
МРТ визуализация объектов неживой природы с применением мультядерных методов в поле 0.5 Тл	А.А. Тарасова, И.А. Усанов, Н.В. Анисимов, О.С. Павлова, М.В. Гуляев, Ю.А. Пирогов

Исследование возможностей электронного перемещения фокуса линейной ультразвуковой фазированной решётки для использования в терапии и её визуализации	Ф.А. Нартов, В.А. Хохлова
Измерение скорости и затухания сдвиговых волн в гелеобразной среде методом лазерной виброметрии	Ш.А. Асфандияров, А.А. Агафонов, А.И. Коробов, В.Г. Андреев
Взаимодействия высокого порядка в функциональных сетях головного мозга при большом депрессивном расстройстве	А.С. Долгов, С.А. Куркин
Статистический анализ характеристик рекуррентного анализа различных стадий сна	М.О. Журавлев, М.Ю. Новиков, А.О. Сельский, А.Е. Руннова

### **СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ВОЛНОВОЙ ФИЗИКИ»**

Метод крупных частиц как инструмент численного анализа	Л.В. Бородачев
Приближенное решение нелинейного волнового уравнения	Д.А. Евсеев
Решения типа бегущей волны для двумерной краевой задачи с подвижной границей как модель активного движения клетки	П.О. Буклемишев, В.В. Черник
Оптимизация разложения в конечный ряд Фурье однонаправленного широкоугольного пропагатора	Е.О. Коннова, П.В. Юлдашев, В.А. Хохлова
Формирование бегущего биона уравнения Гинзбурга-Ландау-Хиггса в процессе столкновения кинков	Д.В. Завьялов, В.И. Конченков, С.В. Крючков, Е.С. Сивашова
Скорости химических реакций в базе данных ТЕФИС по теплофизическим свойствам плотной плазмы	О.И. Топор, А.А. Белов, Л.В. Бородачев
Построение сингулярной части электромагнитного поля в окрестности ребра цилиндра с произвольной формой сечения для различных типов граничных условий	М.М. Шушарин, И.Е. Могилевский, А.Н. Боголюбов
Прецизионный расчет одномерных квадратур	М.А. Тинтул, В.С. Хохлачев, А.А. Белов