

Российский фонд фундаментальных исследований
Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере
Министерство образования и науки Республики Марий Эл
ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет»
ГОУ ДПО (ПК) С «Марийский институт образования»
ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации»
ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет
им. И.Я. Яковлева»

Российская Академия Естественных Наук
Малое инновационное предприятие «ОРОЛ»
ГУ Национальный парк «Марий Чодра»
Пансионат с лечением «Яльчик»



МАТЕРИАЛЫ ШЕСТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ «НАУКА И ИННОВАЦИИ — 2011» ISS «SI-2011»:

**Материалы шестого международного научного семинара
«Фундаментальные исследования и инновации»
и Всероссийского молодежного научного семинара
«Наука и инновации – 2011»**

18 — 24 июля 2011 г

Йошкар-Ола 2011



Фото на память после закрытия школы

Российский фонд фундаментальных исследований
Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере
Министерство образования и науки Республики Марий Эл
ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет»
ГОУ ДПО (ПК) С «Марийский институт образования»
ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации»
ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет
им. И.Я. Яковлева»
Российская Академия Естественных Наук
Малое инновационное предприятие «ОРОЛ»
ГУ Национальный парк «Марий Чодра»
Пансионат с лечением «Яльчик»

**МАТЕРИАЛЫ
ШЕСТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ ШКОЛЫ
«НАУКА И ИННОВАЦИИ – 2011»
ISS «SI-2011»:**

**Материалы Шестого международного научного семинара
«Фундаментальные исследования и инновации» и
Всероссийского молодежного научного семинара
«Наука и инновации - 2011»**

18 – 24 июля 2011 г

Йошкар-Ола 2011

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ ISS «SI-2011»

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">▪ И.И. Попов (Россия, Йошкар-Ола) – председатель▪ В.В. Самарцев (Россия, Казань) – сопредседатель▪ В.Г. Зинов (Россия, Москва) – сопредседатель▪ А.П. Сухоруков (Россия, Москва) – сопредседатель▪ А.А. Шуканов (Россия, Чебоксары) – сопредседатель▪ В.А. Козлов (Россия, Чебоксары) – ученый секретарь▪ Ю.С. Андрианов (Россия, Йошкар-Ола)▪ А.В. Анисимов (Россия, Казань)▪ Ю.В. Банный (Россия, Москва)▪ М.Б. Белоненко (Россия, Волгоград)▪ А.П. Воробьев (Беларусь, Минск)▪ О.Л. Воскресенская (Россия, Йошкар-Ола)▪ В.А. Голенищев-Кутузов (Россия, Казань)▪ Т.М. Гусакова (Россия, Йошкар-Ола)▪ Ю.Б. Грунин (Россия, Йошкар-Ола)▪ И.П. Зелди (Россия, Йошкар-Ола)▪ В.П. Ившин (Россия, Йошкар-Ола)▪ О.Н. Ильинская (Россия, Казань)▪ А.А. Kamli (Saudi Arabia) | <ul style="list-style-type: none">▪ Л.Б. Киселева (Россия, Йошкар-Ола)▪ Р. Киян (Лазерный центр Ганновера, Германия)▪ A. Kornienko (New Mexico, USA)▪ В.В. Кошкин (Россия, Йошкар-Ола)▪ А.П. Куликовский (Россия, Москва)▪ Н.Г. Куракова (Россия, Москва)▪ J.L. Le Gouet (France, d'Orsay)▪ Н.Г. Лебедев (Россия, Волгоград)▪ Л.А. Любовцева (Россия, Чебоксары)▪ Шах Махмуд Р. (Бангладеш, Дакка)▪ С.А. Моисеев (Россия, Казань)▪ Д.В. Николаев (Россия, Москва)▪ Р.Ф. Полищук (Россия, Москва)▪ В.Н. Попок (Гетеборг, Швеция)▪ B.C. Sanders (Canada)▪ А.Т. Смородченко (Германия, Вена)▪ А.Л. Степанов (Россия, Казань)▪ А.И. Фишман (Россия, Казань)▪ Г.К. Фурсей (Россия, Санкт-Петербург) |
|--|--|

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ ISS «SI-2011»

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">И.И. Попов (Россия, Йошкар-Ола) – председательВ.В. Самарцев (Россия, Казань) – сопредседательВ.Г. Зинов (Россия, Москва) – сопредседательА.А. Шуканов (Россия, Чебоксары) – сопредседательВ.А. Козлов (Россия, Чебоксары) – ученый секретарьЮ.С. Андрианов (Россия, Йошкар-Ола)М.Б. Белоненко (Россия, Волгоград)О.Л. Воскресенская (Россия, Йошкар-Ола)А.М. Гладышев (Россия, Йошкар-Ола)Т.М. Гусакова (Россия, Йошкар-Ола)И.П. Зелди (Россия, Йошкар-Ола)Л.Б. Киселева (Россия, Йошкар-Ола)Н.М. Кузнецова (Россия, Йошкар-Ола)Н.Г. Куракова (Россия, Москва)Г.И. Миронов (Россия, Йошкар-Ола)Р.Ф. Мюллер (Россия, Йошкар-Ола)Д.В. Николаев (Россия, Москва) | <ul style="list-style-type: none">А.И. Орлов (Россия, Йошкар-Ола)Р.Ф. Полищук (Россия, Москва)В.Т. Сидорова (Россия, Йошкар-Ола)Н.И. Сушенцов (Россия, Йошкар-Ола)С.А. Туйкин (Россия, Москва)А.И. Фишман (Россия, Казань)Р.Н. Шахмуратов (Россия, Казань)Е.М. Васина (Россия, Йошкар-Ола)Н.С. Вашурин (Россия, Йошкар-Ола)М.Н. Гаврилова (Россия, Йошкар-Ола)Н.В. Глушков (Россия, Йошкар-Ола)К.С. Ершов (Россия, Йошкар-Ола)Л.И. Камышева (Россия, Йошкар-Ола)М.Н. Капелькин (Россия, Йошкар-Ола)В.Ж. Карпов (Россия, Йошкар-Ола)С.А. Степанов (Россия, Йошкар-Ола)М.Е. Иванов (Россия, Йошкар-Ола) |
|--|---|

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

- И.И. Попов** – д-р физ.-мат. наук (председатель редакционного совета)
В.А. Козлов – д-р биол. наук, канд. мед. наук, (зам. председателя редакционного совета)
В.В. Самарцев – д-р физ.-мат. наук
В.Г. Зинов – д-р экон. наук

М341 Материалы Шестой международной научной школы «Наука и инновации – 2011» ISS «SI-2011»:
Материалы Шестого международного научного семинара «Фундаментальные исследования и инновации» и Всероссийского молодежного научного семинара «Наука и инновации – 2011» /
Марийский государственный университет; под ред. И.И. Попова, В.А. Козлова, В.В. Самарцева,
В.Г. Зинова. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2010. – 515 с.

В данный сборник вошли лекционные заметки и статьи приглашенных лекторов по актуальным научным проблемам, сообщения докладчиков по инновационно-ориентированным НИР и лучшие выступления молодых ученых по программе «У.М.Н.И.К.».

<http://new.marsu.ru/index.php>

http://new.marsu.ru/GeneralInformation/structur/BasicUnits/fackultet/eef/department_of_electromechanics/science_am_p_inn/

ISBN 978-5-94808-654-5



9 785948 086545 >

УДК 001.895:(53+57+316+61)
ББК Ч21к94+В3+Е0+С+Р

© Марийский государственный университет, 2011

От науки к экономической независимости
с экологической и духовно-нравственной востребованностью

СОДЕРЖАНИЕ

«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ»

Попов И. И.

ИТОГИ РАБОТЫ ШЕСТОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ-СЕМИНАРА «НАУКА И ИННОВАЦИИ» 9

I. «ИННОВАТИКА»

Зинов В. Г., Куракова Н. Г., Кураков Ф. А.

НОВАЯ МОДЕЛЬ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ
НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА ПУБЛИКАЦИОННОГО ПОТОКА 11

Полищук Р. Ф.

ЧТО ТАКОЕ ЭКОНОФИЗИКА..... 16

Гладышев А. М.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ И ОБЩЕГО
БЛАГОСОСТОЯНИЯ СОТРУДНИКОВ ТЭК..... 24

Данилова А. В., Козлов В. А.

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ЗАКОНА № 217-ФЗ ОТ 02.08.2009 27

Любовцева Е. Г.

О РЕГУЛИРОВАНИИ ТАРИФОВ НА УСЛУГИ ЖКХ 32

II. «ФИЗИКА РЕЗОНАНСНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ЕЕ ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ»

Арутюнова Т.Э., Миронов Г.И., Мурзашев А.И.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР И КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ФУНКЦИИ ФУЛЛЕРЕНА C_{60}
И КЛАСТЕРОВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ХИРАЛЬНОСТИ (5,5) 37

Белоненко М. Б., Лебедев Н. Г., Судоргин С. А., Жуков А. В.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ТРАНСПОРТНЫЕ И ДИФфуЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ДВУХСЛОЙНЫХ
ГРАФЕНОВЫХ ЛЕНТ..... 52

Вашурин Н. С., Попов И. И., Путилин С. Э., Сушенцов Н. И., Степанов С. А.

ОБНАРУЖЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СИГНАЛОВ ПЕРВИЧНОГО И ОБРАЩЕННОГО СТИМУЛИРОВАННОГО
ФОТОННОГО ЭХА В НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОПЛЕНКАХ 58

Вашурин Н. С., Попов И. И., Путилин С. Э., Сушенцов Н. И., Степанов С. А.

ЭФФЕКТ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СМЕЩЕНИЯ СПЕКТРА ПФЭ В НЕОРГАНИЧЕСКОЙ НАНОПЛЕНКЕ ZnO 62

Вашурин Н. С., Попов И. И., Путилин С. Э., Сушенцов Н. И., Степанов С. А.

МЕТОД КОНТРОЛЯ НЕОДНОРОДНОСТИ СТРУКТУРЫ И ТОЛЩИНЫ
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ НАНОПЛЕНКИ ZNO В ТЕХНИКЕ ФОТОННОГО ЭХА..... 66

Воробьева В. Е., Романов В. С., Самарцев В. В.

СТОКРАТНОЕ СЖАТИЕ СИГНАЛОВ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ЭХА В СЕГНЕТОВОЙ СОЛИ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ
ЛИНЕЙНО-ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННЫМИ РАДИОИМПУЛЬСАМИ..... 68

Газизов К. Ш., Попов И. И.

ВЫСОКОТОЧНЫЙ ФАЗОИМПУЛЬСНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ЭХОДАЛЬНОМЕР..... 72

Горский Е. В.

СКАНИРУЮЩИЕ ЗОНДОВЫЕ МИКРОСКОПЫ КАК ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И КАК ОСНОВА ДЛЯ БИЗНЕСА 78

Голенищев-Кутузов А. В., Голенищев-Кутузов В. А., Калимуллин Р. И.

МЕТАМАТЕРИАЛЫ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ОПТИЧЕСКИМ И АКУСТИЧЕСКИМ ПРЕЛОМЛЕНИЕМ..... 86

Зуйков В. А., Каримуллина К. Р., Каримуллина А. Ф., Тиранов А. Д., Самарцев В. В.

ОПТИЧЕСКАЯ ДЕФАЗИРОВКА, ОБЯЗАННАЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ ЯДЕРНЫХ СПИНОВ,
В КРИСТАЛЛАХ ВАН-ФЛЕКОВСКИХ ПАРАМАГНЕТИКОВ: ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ..... 93

Иванин К. В., Леонтьев А. В., Лобков В. С., Самарцев В. В.

ФЕМТОСЕКУНДНАЯ ДИАГНОСТИКА УЛЬТРАБЫСТРЫХ ПРОЦЕССОВ
В ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ GAAS/ALGAAS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИФРАКЦИОННОЙ ОПТИКИ..... 98

Каримуллин К. Р., Наумов А. В., Князев М. В.

ТЕХНИКА ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ
НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДАМИ ФОТОННОГО ЭХА..... 111

Кошкин В. В.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ.....	117
Латыпов И. З., Самарцев В. В.	
ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ БИФОТОННЫХ ПОЛЕЙ	124
Латыпов И. З., Шкаликов А. В., Калинин А. А., Калачев А. А., Самарцев В. В.	
ОДНОФОТОННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА	131
Латыпов И. З., Шкаликов А. В., Калинин А. А., Калачев А. А., Самарцев В. В.	
ГЕНЕРАЦИЯ ОДНОФОТОННЫХ СОСТОЯНИЙ ЧЕРЕЗ СПОНТАННОЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА ...	133
Ольшанская В. П., Румянцев А. И., Мюллер Р. Ф., Лиакумович А. Г., Ахмедьянова Р. А.	
УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ МИКРОВОЛНОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ.....	145
Орлов А. И.	
ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ОЧИСТКЕ ДЕМОНТИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОВОДНЫХ ТРУБ	153
Пак А. В., Янюшкина Н. Н., Белоненко М. Б., Лебедев Н. Г.	
ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ СОЛИТОНОВ В ПРИМЕСНОМ БИГРАФЕНЕ.....	164
Полищук Р. Ф.	
ПОСТЭЙШТЕЙНОВА ГРАВИТАЦИЯ И НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПЕРВИЧНЫХ ЧЁРНЫХ ДЫР	167
Арцев В. В., Зуйков В. А., Митрофанова Т. Г.	
ОПТИЧЕСКИЕ ЭХО-ПРОЦЕССОРЫ	181
Носков А. И., Столов А. А., Фишман А. И.	
ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕКЛОВАНИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЕЩЕСТВ ПО ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРАМ КОНФОРМАЦИОННЫХ ЗОНДОВ	187
Khavroshkin O. B., Tsyplakov V. V.	
NONLINEARITY OF EARTH: ASTONISHING DIVERSITY AND WIDE PROSPECTS.....	193
Михайлов А. Е., Латыпов И. З., Калинин А. А., Шкаликов А. В., Самарцев В. В.	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ТОМОГРАФИИ УЗКОПОЛОСНОГО БИФОТОННОГО ПОЛЯ	199
Сидорова В. Т., Попов И. И.	
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ЭХО-ПРОЦЕССОР НА ОСНОВЕ КОМБИНИТОРНЫХ СВОЙСТВ ФОТОННОГО ЭХА	206
Шамина Е. Н., Лебедев Н. Г.	
АДСОРБЦИЯ ОДНОВАЛЕНТНЫХ АТОМОВ И ДВУХАТОМНЫХ МОЛЕКУЛ НА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ	209
Шахмуратов Р. Н., Вагизов Ф. Г., Кочаровская О.	
ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ОДНОФОТОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В ОПТИЧЕСКИ ПЛОТНОЙ РЕЗОНАНСНОЙ СРЕДЕ.....	213
III. «ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ИННОВАЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ»	
Андреева Н. В., Смородченко А. Д., Смородченко А. Т., Сергеева В. Е.	
МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИОАМИНСОДЕРЖАЩИХ СТРУКТУР ТИМУСА ПРИ ВВЕДЕНИИ ТИРОКСИНА.....	219
Анисимов А. В., Суслов М. А., Абдрахимов Ф. А., Зуйков В. А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ И ТРАНСПОРТА ВОДЫ В РАСТЕНИЯХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДАВЛЕНИЯ	220
Барсуков А. В., Свеклина Т. С., Шустов С. Б., Козлов В. А.	
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЛАБОРАТОРНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ В СОЧЕТАНИИ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА И ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ	225
Воробьев А. П., Фролов А. В., Мельникова О. П., Вайханская Т. Г.	
ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	230
Гладышев А. М., Духан Б. С., Зорина З. Г., Иванова Т. Г., Козлов В. А., Попов И. И.	
СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПСИХО-ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ АВАРИЙНОСТИ	233
Гурьянова Е. А.	
МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ АКУПУНКТУРЫ НА КОЖУ	236
Дьячкова И. М., Сергеева В. Е., Сапожников С. П., Смородченко А. Т.	
РЕАКЦИЯ КАЛЬБИНДИНПОЗИТИВНЫХ КЛЕТОК ТИМУСА НА ПОСТУПЛЕНИЕ В ОРГАНИЗМ ХЛОРИДА КАЛЬЦИЯ И МЕТАСИЛИКАТА НАТРИЯ.....	241

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ СОЛИТОНОВ В ПРИМЕСНОМ БИГРАФЕНЕ

А. В. Пак*, Н. Н. Янюшкина**, М. Б. Белоненко**/***, Н. Г. Лебедев***

*Волгоградский Государственный Университет, 400062 Волгоград, Россия

**Волгоградский Институт Бизнеса, 400048 Волгоград, Россия

***Entropique Inc., London, N6J 3S2, ON, Canada

e-mail: pak.anastasia@gmail.com

В работе исследуется распространение аналогов дискретных солитонов в системе примесных биграфеновых волноводов, рассматриваемых в периодической модели Андерсона. Для вектор-потенциала электрического поля было получено эффективное уравнение, которое имеет вид аналога классического уравнения Синус-Гордона. Изучены эффекты, наблюдаемые при изменении ширины первоначального импульса в примесном биграфене.

Введение

Возросший в последнее время интерес многих исследователей к нелинейному распространению света в дискретных волноводных структурах связан, прежде всего, с возможностями практического использования нелинейных оптических эффектов [1]. Уникальные свойства графена и биграфена [2,3] во многом определяемые периодичностью закона дисперсии, а также работы по изучению распространения предельно коротких оптических импульсов в углеродных наноструктурах [4,5], позволяют сделать вывод о том, что проблема прохождения электромагнитных импульсов через систему, состоящую из нескольких листов двухслойного графена является достаточно важной и актуальной. Результаты, полученные ранее, в том числе и для системы из графеновых волноводов, позволяют ожидать обнаружения новых перспективных явлений и в данных углеродных структурах.

Постановка задачи и основные уравнения

Рассмотрим гамильтониан периодической модели Андерсона в виде удобном для рассмотрения электронного спектра в графене [6]:

$$H = \sum_{k\sigma} \varepsilon_k c_{k\sigma}^+ c_{k\sigma} + \sum_{l\sigma} \varepsilon_{l\sigma} d_{l\sigma}^+ d_{l\sigma} + U n_{l\sigma} n_{l-\sigma} + \sum_{lk\sigma} V_{lk} c_{k\sigma}^+ d_{l\sigma} + \sum_{lk\sigma} V_{lk}^* d_{l\sigma}^+ c_{k\sigma} \quad (1)$$

где $c_{k\sigma}$ ($c_{k\sigma}^+$) и $d_{l\sigma}$ ($d_{l\sigma}^+$) – операторы рождения и уничтожения электронов кристаллической решетки и атома соответственно, а $n_{l\sigma}$ – оператор среднего числа электронов, $\varepsilon_{l\sigma}$ – уровень энергии электрона, находящегося на примесном атоме, ε_k – зонная энергия электронов в кристалле, V_{lk} – потенциал гибридизации электрона примеси и электрона графена, U – кулоновская энергия взаимодействия электронов в примесном атоме. Спектр этой задачи и оценка основных параметров рассчитаны в работе [7]. Мы рассматриваем систему, состоящую из нескольких листов биграфена. Биграфен представляет собой углеродную структуру, состоящую из двух графеновых плоскостей, связанных между собой вандерваальсовыми силами. Система рассматривается в модели сильной связи для π -электронов в приближении ближайших соседей с внутрислоистым интегралом перескока γ (~ 2.7 эВ) и межслоистым интегралом перескока t_Δ (~ 0.3 эВ). Между двумя слоями графена прикладывается электростатический потенциал W . Зонная структура биграфена, полученная с помощью приближения сильной связи [8] позволяет записать закон дисперсии биграфена в виде:

$$E_{ps_k}^{\pm\pm}(W) = \pm \sqrt{E(k)^2 + t_\Delta^2 / 2 + W^4 / 4 \pm \sqrt{t_\Delta^4 / 4 + (t_\Delta^2 + W^2) E(k)^2}} \quad (2)$$

Разные знаки относятся к зоне проводимости и валентной зоне. Отметим, что электронный спектр (2) представляет собой закон дисперсии вида «Сомбреро». Рассмотрим распространение электромагнитного импульса в геометрии, когда его волновой вектор вдоль слоев бигра-

фена, а вектор поляризации параллелен ему. Уравнения Максвелла с учетом диэлектрических и магнитных свойств рассматриваемой системы [9], и с учетом калибровки:

$$\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$$

можно записать как:

$$\frac{\partial^2 \vec{A}_k}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}_k}{\partial t^2} + \frac{4\pi}{c} \vec{j}_k + \frac{4\pi}{c} \chi (\vec{j}_{k-1} + \vec{j}_{k+1}) - \frac{4\pi}{c} \frac{\partial \vec{P}_k}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

Здесь вектор-потенциал \vec{A}_k , соответствующий электромагнитному полю в k-м слое биграфена, считается имеющим вид $\vec{A}_k = (0, 0, A_k(x, t))$. \vec{j}_k - ток, текущий в k-м слое биграфена, а \vec{P}_k - поляризация, индуцированная в k-м слое электромагнитным полем соседних слоев биграфенов, 4-е слагаемое описывает учет токов, протекающих в соседних с рассматриваемым слоях. Отметим, что далее мы ограничимся простой моделью, в которой примем, что $\vec{P}_k = \alpha (\vec{E}_{ps_{k-1}} + \vec{E}_{ps_{k+1}})$, где α и χ - коэффициенты связи, а $\vec{E}_{ps_{k\pm 1}}$ - величины электрического поля в соседних слоях биграфена. Запишем далее стандартное выражение для плотности тока:

$$j_k = e \sum_p v \left(p - \frac{e}{c} A_k(t) \right) \langle a_p^+ a_p \rangle, \quad (4)$$

где a_p^+ (a_p) - операторы рождения (уничтожения) электронов с квазиимпульсом p ,

$v(p) = \frac{\partial E_{ps_k}}{\partial p}$, а скобки означают усреднение с неравновесной матрицей плотности $\rho(t)$:

$$\langle B \rangle = Sp(B(0)\rho(t)).$$

Проводя вычисления аналогичные сделанным в работе [5], запишем выражение для плотности тока в системе биграфеновых волноводов:

$$j_k = -en_0 \sum_l D_l \sin\left(\frac{le}{c} A_k(t)\right) \quad (5)$$

$$D_l = \sum_{s=1}^m \int_{-\pi/a}^{\pi/a} B_{ls} \cos(lp) dp \frac{\exp(-E_{ps_k}(W)/k_B T)}{1 + \exp(-E_{ps_k}(W)/k_B T)}$$

где k_B - постоянная Больцмана, T - температура, B_{ls} - коэффициенты разложения скорости носителей заряда в ряд Фурье:

$$v_s(p) = \sum_l B_{ls} \sin(lp)$$

$$B_{ls} = \frac{1}{2\pi} \sum_p v_s(p) \sin(lp)$$

Учитывая вышесказанное, уравнение (5) после обезразмеривания может быть представлено в виде:

$$\frac{\partial^2 R_k}{\partial x'^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 R_k}{\partial t'^2} - \text{sgn}(D_1) \sin(R_k) - \sum_{l=2}^{\infty} \left(\frac{D_l}{|D_1|} \sin(lR_{k+1}) \right) - \sum_{l=2}^{\infty} \left(\frac{D_l}{|D_1|} \sin(lR_{k+1}) \right) - \sum_{l=2}^{\infty} \left(\frac{D_l}{|D_1|} \sin(lR_{k-1}) \right) - \sum_{l=2}^{\infty} \left(\frac{D_l}{|D_1|} \sin(lR_k) \right) + \frac{4\pi\alpha}{c} \frac{\partial^2 (R_{k-1} + R_{k+1})}{\partial t'^2} = 0 \quad (6)$$

$$R_k = \frac{eA_k}{c}; \quad x' = x \frac{2e}{c} \sqrt{\pi n_0 |D_1|}; \quad t' = t \frac{2e}{c} \sqrt{\pi n_0 |D_1|};$$

Отметим, что уравнение (6), представляет собой обобщение хорошо известного уравнения Синус-Гордона на случай, когда обобщенный потенциал раскладывается в ряд Фурье.

Численное моделирование

Исследуемые уравнения решались численно при помощи прямой разностной схемы типа крест. Начальный профиль импульса на входе в систему биграфеновых волноводов выбирался в виде:

$$R(t, N) = A \cdot e^{-(t-t_0)^2} \cdot e^{-\beta(N-N_c)^2}$$

где A – амплитуда импульса, N_c – номер центрального волновода ($N_c=5$), β – параметр, определяющий ширину импульса, N – номер волновода, t_0 – начальный момент времени.

Изучение динамики импульса проводилось в системе 9 параллельных биграфеновых плоскостей. Возникающая зависимость электромагнитного поля от номера волновода представлена на рис. 1. Из приведенных зависимостей видно, что значительное влияние на распределение энергии между волноводами оказывает ширина импульса β . Причем при $\beta=1$ максимальная по модулю энергия приходится на четвертый и шестой волноводы (рис. 1а), и на центральный волновод при $\beta=3$ (рис. 1б). Необходимо также отметить симметричный характер зависимости при увеличении момента времени, в который фиксируется положение импульсов, в 2 раза. Данный эффект позволяет сделать вывод о том, что происходит инверсия сигнала. Как видно из рис. 2, импульс на центральном волноводе практически не меняет своей формы в зависимости от начальной ширины импульса.

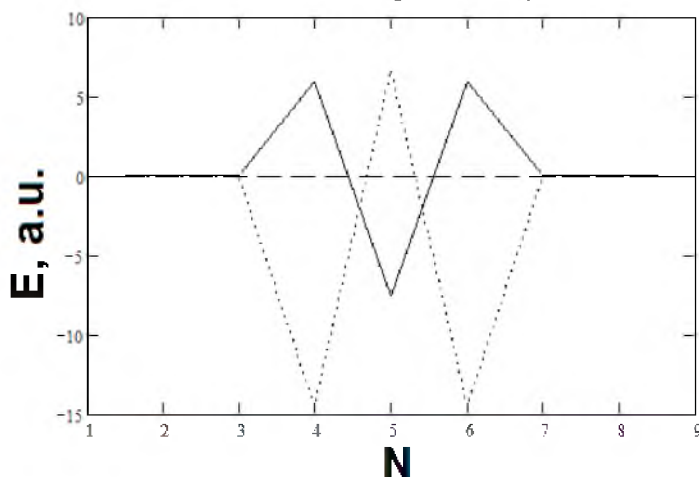


Рис. 1. Зависимость электрического поля, определяемого потенциалом в уравнении (9) от номера волновода. По оси x номер волноводов N , по оси y безразмерная величина электрического поля (единица соответствует 10^8 В/м). Для сплошной кривой – $t=130$ (единица соответствует $3 \cdot 10^{-16} \text{ с}$), для точечной кривой $t=200$, для пунктирной $t=260$, $W=3.0$, $\beta=3$

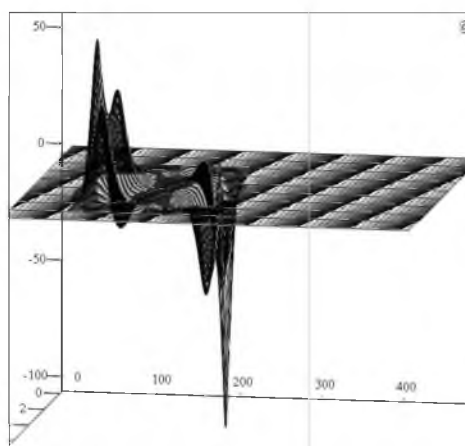
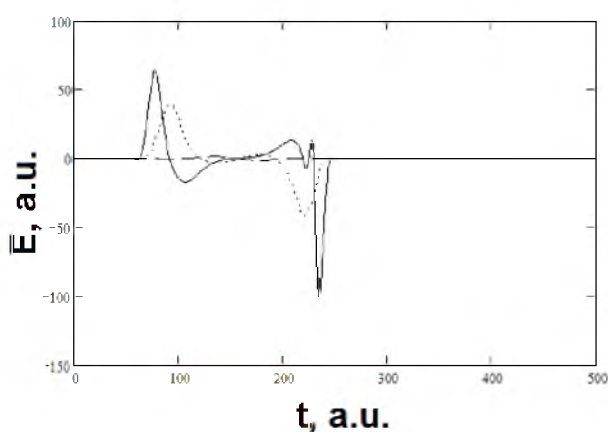


Рис. 2. а) Эволюция электромагнитного поля, определяемого потенциалом в уравнении (9). По оси x время t (единица соответствует 10^{-16} с), по оси y безразмерная величина электрического поля (единица соответствует 10^8 В/м). Для сплошной кривой – номер волновода $N=5$, для точечной кривой $N=6$, для пунктирной $N=7$, $W=3.0$, $\beta=1$, б) Поверхность вектор-потенциала, определяемая уравнением (9).

Гораздо сильнее изменение формы импульса проявляется на соседних с центральным волноводами. На волноводах с номерами 5 и 6, импульс имеет ту же форму, что и централь-

ный, только уменьшенной амплитуды. С удалением от центрального волновода импульс постепенно угасает. Так меняя первоначальную ширину центрального импульса, мы можем управлять амплитудой электромагнитного поля на соседних волноводах.

Изучив влияние величины электростатического потенциала на процесс распространения электромагнитного импульса в системе биграфеновых волноводов, можно сделать вывод, что параметр W практически не оказывает никакого воздействия на величину и форму импульса. Это обстоятельство может быть связано с влиянием адсорбированного атома водорода.

Работа проведена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (проект № НК-16(3)), Госконтракта Мин.обр. и науки № 14.740.11.0374, а также поддержана РФФИ (грант № 11-02-97054).

Список литературы

1. Smirnov E., Stepic M., Ruter C.E. et al. // Opt. Lett, 2006. Vol. 31, No 15. P. 2338-2340.
2. Novoselov K. S. et al. // Science, 2004. Vol. 306. P. 666–669.
3. Novoselov K. S. et al. // Nature, 2005. Vol. 438, P. 197–200.
4. Янюшкина Н.Н., Белоненко М.Б., Лебедев Н.Г. // Оптика и спектроскопия. 2010. Т. 108. № 4. С. 658-663.
5. Белоненко М.Б., Лебедев Н.Г., Янюшкина Н.Н. // Физика твердого тела. 2010. Т. 52. № 8. С. 1656-1661.
6. Изюмов Ю.А., Чащин И.И., Алексеев Д.С. Теория сильно коррелированных систем. Метод производящего функционала. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; Институт компьютерных исследований, 2006. – 384с.
7. Belonenko M.B., Popov A.V., Lebedev N.G., Pak A.V., Zhukov A.V. // Physics Letters A, 2011. Vol. 375, P. 946-952.
8. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. – М.: Мир, 2001. – 519с.
9. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика. Теория конденсированного состояния. Серия: Теоретическая физика. Т.9. – М.: Наука. – 1978. – 448с.

ПОСТЭЙШТЕЙНОВА ГРАВИТАЦИЯ И НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПЕРВИЧНЫХ ЧЁРНЫХ ДЫР

Р. Ф. Полищук

Физический ин-т им. П.Н. Лебедева РАН
119991, г. Москва, Ленинский пр., 53; E-mail rpol@asc.rssi.ru

Решение неизбежных противоречий каждой научной парадигмы – в следующей научной парадигме. Сегодня на путях построения постэйнштейновой рождается новая парадигма. В частности, понятие массы становится вторичным, и гравитационным зарядом следует считать не рождающую кривизну пространства-времени массу, но спин-массу, рождающую его кривизну и кручение (торсионное поле Картана).

Здесь показано, что в рамках теории Эйнштейна-Картана-Шамы-Киббла, связывающей спин материальных источников с кручением пространства-времени, описание дираковской частицы требует отказа от концепции точечной сингулярности для фермионной материи. Для этой материи дана оценка минимальной массы чёрной дыры порядка 10^{19} грамм, совпадающая с известной в литературе. PACS: 04.50.Kd, 04.60.-m, 04.70.Bw