

Інститут радіофізики та електроніки
ім. О.Я. Усікова НАН України

0,6j 1,0j 1,4j 2,0j
**VIII конференція
молодих науковців
«Радіофізика та електроніка,
біофізика»**

**25-27 листопада 2008р.
м. Харків**



		Актовый зал	Зал заседаний (2этаж)	Зал заседаний (3этаж)
Вторник 25.11. 2008	8:00 - 9:00			Регистрация участников¹
	9:15 - 9:30	Открытие конференции		
	9:30 - 11:30	Пленарное заседание-1 (Prof. Rinkevich, Dr. Belov, Dr. Korsun)		
	11:30-13:30	Время на обед и поселение		
	13:30-15:30	Радиолокация и Дистанционное зондирование (РДЗ) -1		Радиофизика твердого тела (РТТМ) -1 (Русская секция)
	15:30-16:00	Стендовые доклады: РДЗ+МТЭ+РТТМ/ Coffee break^{2,3}		
	16:00-18:00	Радиолокация и Дистанционное зондирование (РДЗ) -2		Метаматериалы (РТТМ) -2 (Dr. Belov + Английская секция)
	18:00-20:00		Welcome party^{3,4}	
Среда 26.11. 2008	9:15 - 9:30			Открытие III YSCD семинара
	9:30 - 11:00			Session I (Prof. Boeck, Dr. Vallecchi)
	11:00-12:00			Session II (Presentation IEEE, OSA, SPIE, LEOS)
	12:00-13:00	Время на обед		
	13:00-15:00		Биофизика (Био) -1	Оптика и фотоника (ОФ)-1 (Dr. Mergo + Английская секция)
	15:00-15:30	Стендовые презентации чаптеров, Секция БИО/ Coffee break^{2,3}		
	15:30-17:00		Биофизика (Био) -2	Session III (Dr.Belov,Dr.Sakhnenko, Dr.Fesenko)
	17:00-18:00			Polish-Ukrainian Workshop
19:00-21:00	Театр французской комедии⁴			
Четверг 27.11. 2008	9:00-11:00	Теоретическая и экспериментальная электродинамика (ТЭЭ)-1		Оптика и фотоника (ОФ)-2 (Русская секция)
	11:00-11:30	Стендовые доклады: ТЭЭ+ОФ/ Coffee break^{2,3}		
	11:30-13:30	Теоретическая и экспериментальная электродинамика (ТЭЭ)-2		Оптика и фотоника (ОФ)-3 (Русская секция)
	13:30-14:30	Время на обед		
	14:30-16:30	Теоретическая и экспериментальная электродинамика (ТЭЭ)-3		Оптика и фотоника (ОФ)-4 (Dr. Mazikowski +Английская секция)
	16:45-17:30	Пленарное заседание-2 (Prof. Evstigneev)		
	17:30-18:00	Церемония закрытия конференции и награждение участников		

¹ Регистрация участников - обязательная

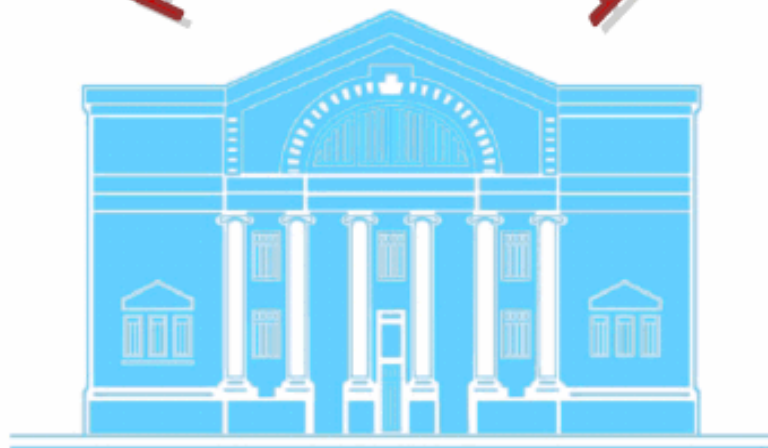
² Фойе зала заседаний (3-тий этаж главного корпуса ИПЭ)

³ БЕСПЛАТНО для всех зарегистрировавшихся участников YSC'08

⁴ Предварительная информация (будет уточнена во время мероприятия)

**90
РОКІВ**

НАЦІОНАЛЬНА



**АКАДЕМІЯ
НАУК
УКРАЇНИ**

1918

Оргкомитет конференції

<i>Со-председателі оргкомітету конференції:</i>	Євгенія Єрмак, e_ermak@ire.kharkov.ua Михайло Ходзицький, khodzitskiy@ire.kharkov.ua Максим Хруслов, buran@ire.kharkov.ua
<i>Председатель програмного комітету конференції</i>	к.ф.-м.н. Юрій Гончаренко, ygonch@ire.kharkov.ua
<i>Секретар конференції</i>	Євгенія Мінакова ysc08@ire.kharkov.ua

Багмут Тетяна	Коворотний Олексій
Балабан Михайло	Кулешов Олексій
К.ф.-м.н. Борискін Артем	Мізрахі Сергій
Буняєв Сергій	К.ф.-м.н. Ольховський Євгеній (НТУ «ХПИ»)
Буняєва Анна	К.ф.-м.н. Шрамкова Оксана
Виплавін Павло	К.ф.-м.н. Шуліка Олексій (ХНУРЕ)
Галан Олексій (ХНУ)	К.ф.-м.н. Яготінцев Костянтин (ФТИНТ)
К.ф.-м.н. Костильова Ольга	

Жюрі

Академік НАНУ Яковенко В.М.	Д.ф.-м.н., проф. Носіч О.І.
Член-корреспондент НАНУ Мележик П.М.	Д.ф.- м.н., проф. Разказовський В.Б.
Член-корреспондент НАНУ Ганапольский Є.М.	Д.ф.-м.н., проф. Ківва Ф.В.
К.ф.-м.н. Почаніна І.Є.	Д.ф.-м.н. Рудь Л.А.
К.ф.-м.н. Березняк К.Г.	Д.ф.-м.н. Тарапов С.І.
Д.ф.-м.н., проф. Булгаков О.О.	Д.т.н. Хлопов Г.І.
Д.ф.-м.н. Кириченко О.Я.	К.т.н. Хоменко С.І.
Д.ф.-м.н., проф. Малєєв В.Я.	Д.ф.-м.н. Шестопалова Г.В.
Д.ф.-м.н. Мірошніченко В.С	Д.ф.-м.н. Ямпольський В.О

Адреса

ІРЕ НАН України, вул. Ак. Проскури 12, м. Харків, 61085, Україна. e-mail: ysc08@ire.kharkov.ua

Інформація про ІРЕ НАН України

Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України (ІРЕ НАНУ) - перший академічний інститут радіофізичного профілю в Україні - був створений у вересні 1955 р. За більш ніж п'ятдесят років свого існування Інститут став провідним національним центром наукових досліджень у галузі радіофізики і електроніки міліметрового та субміліметрового діапазонів хвиль, взаємодії електромагнітних хвиль з твердим тілом і біологічними об'єктами, поширення радіохвиль у навколишньому середовищі, радіофізичного зондування об'єктів природного та штучного походження.

Найважливішим науковим здобутком Інституту в останні роки є розвиток нових методів радіолокації і створення на їх основі радіолокаційних систем для контролю територій, пошуку живих людей під завалами, підповерхневого зондування, моніторингу стану будівель та споруд, створення систем запобігання зіткненням рухомих об'єктів; розробка методики радіолокаційного моніторингу з аерокосмічних носіїв для прогнозування і контролювання повеней та паводків, надзвичайних ситуацій, спостереження за станом рослинності, розвитком ерозійних процесів, зонами забруднення водних поверхонь.

Інститут є постійним організатором міжнародного симпозіуму „*Physics and Engineering of Millimeter and Submillimeter Waves*” (MSMW), міжнародної наукової конференції „*Mathematical Methods in Electromagnetic Theory*” (ММЕТ) та щорічної *Харківської конференції молодих науковців „Радіофізика та електроніка”* (YSC). Ці наукові конференції спрямовані на створення сприятливих умов для вільного спілкування науковців з України, країн СНД, Європи, США, Японії тощо. Вони отримують підтримку міжнародних наукових товариств IEEE, URSI, EuMA, OSA та SPIE.

Привітальне слово Організаційного Комітету

Шановні колеги,

Ми раді привітати учасників VIII-ої Харківської конференції молодих науковців „Радіофізика та електроніка, біофізика”. Вже традиційно наша конференція зібрала разом молодих науковців із різних інститутів НАН та МОН України, Росії, Білорусі, Вірменії та країн Європейського Союзу.

Ми щиро вдячні за Ваш інтерес до нашої конференції. Впевнені, що нова зустріч сприятиме як професійному росту молодих науковців, так і налагодженню співробітництва між українською та світовою електромагнітною науковою спільнотою. Сподіваємось, що наші зусилля, щодо організації цієї конференції, зроблять її цікавою та пам'ятною. Будемо раді привітати вас на наступних конференціях.

Організаційний Комітет YSC'08

Зміст

Організаційний та програмний комітети	2
Інформація про ІРЕ НАНУ та вступне слово	3
Географія конференції	4
Програма конференції	5
Збірник анотацій доповідей	26
Запрошені доповіді	26
III Young Researcher Career Development Workshop	29
SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials»	37
Секція „Радіолокація та дистанційне зондування”	41
Секція „Радіофізика твердого тіла”	52
Секція „Метаматеріали”	68
Секція „Мікрохвильова та твердотільна електроніка”	77
Секція „Оптика та Фотоніка”	86
Секція „Теоретична та експериментальна електродинаміка”	123
Секція „Біофізика	149
Розклад конференції	обкладинка



Географія конференції - Країна (місто)		Кількість
1.	Україна (Харків)	58
2.	Україна (Київ, Дніпропетровськ,, Донецьк, Львів, Луцьк, Одеса Севастополь, Херсон, Чернівці, Ужгород, Ялта)	46
3.	Росія (Москва, Томск, Новосибірськ, Єкатерінбург, Саратов)	5
4.	Білорусія (Мінськ, Гомель)	4
5.	Польща (Gdansk, Lublin)	4
6.	Вірменія (Єреван)	3
7.	Україна - Мексика	2
8.	Вірменія - Франція	1
9.	Україна - США	1
10.	Великобританія-Португалія-Фінляндія	1
11.	Німеччина	1
12.	Італія	1
13.	Великобританія-Росія	1

Всього : 128

Оргкомітет висловлює вдячність за підтримку конференції: Інституту радіофізики та електроніки ім. Усикова НАН України, IEEE East Ukraine Joint Chapter, Optical Society of America (OSA) та студентським відділенням OSA/SPIE Харківського національного університету та Інституту радіофізики та електроніки ім. Усикова НАН України.

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ - 1

Актова зала	Вівторок	25.11.2008	9 :15– 11 :30
9:15	Відкриття конференції. Привітання учасників : к.ф.-м.н. Є. Л. Єрмак , <i>співголова програмного комітету YSC-08.</i> Вступне слово : академік НАН України В.М. Яковенко , <i>директор ІРЕ НАН України</i>		
9:30 – 10:00	– ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН С МАГНИТНЫМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАНОСТРУКТУРАМИ А.Б. Ринкевич , доктор физ.-мат. наук, профессор, Институт физики металлов УрО РАН, г.Екатеринбург		
10:00– 10:30	НЕОБЫКНОВЕННЫЕ СВОЙСТВА МЕТАМАТЕРИАЛОВ П.А. Белов , к.ф.-м.н. Лондонский Университет Королевы Марии, Великобритания		
10:30– 11:30	INTERNATIONAL TECHNOLOGY TRANSFER AND BUSINESS PLANNING Dr. Vik Korsun , STCU US Deputy Executive Director, USA		

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ - 2

Актова зала	Четвер	27.11.2008	16 :45 – 18 :00
16:45– 17:30	МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В КОМБИНАЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ М.П. Евстигнеев , доктор физ.-мат. наук, профессор. Кафедра физики Севастопольского национального технического университета.		
17:30– 18:00	ЗАКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ ТА НАГОРОДЖЕННЯ ПРИЗЕРІВ КОНКУРСУ І НАЙКРАЩУ РОБОТУ.		

СЕКЦІЯ:	РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ 1	
Актова Зала	Вівторок 25.11.2008	13:30 – 15:30

- | | | | |
|----|---|---|---|
| 1. | Д.Г. Васильев | СОВМЕСТНАЯ КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧАЕМОЙ СИСТЕМОЙ РАЗНЕСЕННЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ, В ИНТЕРЕСАХ РАСПОЗНАВАНИЯ | <i>Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба</i> |
| 2. | А.М. Гладышев | СВЯЗЬ СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ С КОНСТРУКЦИЕЙ И РЕЖИМОМ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ | <i>Белорусский государственный университет радиотехники и электроники</i> |
| 3. | М.А. Дурманов | ПОЛЕ ИЗЛУЧЕНИЯ РАМОЧНОЙ АНТЕННЫ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ | <i>Севастопольский национальный технический университет</i> |
| 4. | <u>Ю.В. Левадный</u> ,
В.К. Иванов,
В.Н. Шаляпин | ВЛИЯНИЕ НЕГАУССОВОСТИ МОРСКОГО ВОЛНЕНИЯ И ЗАТЕНЕНИЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЧ РАДИОВОЛН В ВОЛНОВОДЕ ИСПАРЕНИЯ | <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i> |
| 5. | <u>И.В. Луценко</u>
В.И. Луценко | ИЗУЧЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ГРОВОЗОВЫХ ОБЛАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОПЛЕРОВСКИХ РЛС | <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i> |
| 6. | <u>И.В. Луценко</u> ,
В.И. Луценко,
В.Б. Синицкий,
Е.В. Тарнавский | ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ СПУТНИКОВ GPS ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ | <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i> |
| 7. | <u>А. Э. Мазго</u> , П.
В. Петров, Д. В.
Бобров, Н. Н.
Кольчевский | ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОСЕЩАЕМОСТИ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ BLUETOOTH | <i>Белорусский государственный университет</i> |
| 8. | С.А. Смирнов | РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ ШИРОКОПОЛОСНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА КРУГОВОЙ И ЛИНЕЙНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ | <i>Днепропетровский национальный университет</i> |

СЕКЦІЯ: РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ -2**Актова Зала****Вівторок 25.11.2008****16:00 – 18:00**

- | | | | |
|-----|--|--|--|
| 9. | <u>А.В. Сугак</u> | ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОВОЙ СТРУКТУРЫ СИГНАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА ПО ГЛУБИНЕ ПРИ ПОДПОВЕРХНОСТНОМ ЗОНДИРОВАНИИ | <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины</i> |
| 10. | <u>Ю.В. Черняк,</u>
<u>В.Н. Лысенко</u> | НАБЛЮДЕНИЕ РЕАКЦИИ ИОНОСФЕРЫ НА СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ 1 АВГУСТА 2008 ГОДА | <i>Институт ионосферы НАН и МОН Украины</i> |

СЕКЦІЯ: РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА -1**Зала засідань (третій поверх)****Вівторок 25.11.2008****13:30 – 15:30**

- | | | | |
|---|---|--|---|
| 1 | <u>А. А. Горбань,</u>
<u>С.А.Омельченко</u>
<u>М. Ф. Буланый,</u>
<u>В.А. Оголь</u> | ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРИСТАЛЛОВ СУЛЬФИДА ЦИНКА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЗВУКОВЫХ ВОЛН | <i>Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара</i> |
| 2 | <u>М.В. Кириченко,</u>
<u>Р.В. Зайцев,</u>
<u>В.Р. Копач</u> | ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТАЦИОНАРНОЙ ФОТОПРОВОДИМОСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕОСНОВНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ПЛАСТИНАХ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ | <i>Национальный технический университет «ХПИ»</i> |
| 3 | <u>Е.В. Кривенко¹,</u>
<u>А.Я. Кириченко¹,</u>
<u>В.И. Луценко¹,</u>
<u>Г.В.Голубничая¹,</u>
<u>Т.А. Жилякова²</u> | РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВИН | <i>¹Институт радиофизики и электроники им. А.Я.Усикова НАН Украины
²Национальный институт винограда и вина "Магарач" УААН</i> |
| 4 | <u>К.С.Омельченко,</u>
<u>М.Д.Волнянский</u> | ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В КРИСТАЛЛАХ ЛИТИЙ-НАТРИЕВОГО ТЕТРАГЕРМАНАТА, ЛЕГИРОВАННЫХ МАРГАНЦЕМ | <i>Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара</i> |
| 5 | А.А. Ступка | МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНА ТЕОРІЯ ЗВУКУ В АМОРФНОМУ ТВЕРДОМУ ТІЛІ | <i>Дніпропетровський національний університет ім. Олеса Гончара</i> |

- | | | | |
|---|---|--|---|
| 6 | <u>К.И. Торохтий</u> ^{1,2} ,
А.А. Баранник ² | КВАЗИОПТИЧЕСКИЙ КОЛЬЦЕВОЙ
САФИРОВОЙ РЕЗОНАТОР С
ВНУТРЕННИМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ
ПРОВОДНИКОМ | ¹ Национальный
технический
университет
"ХПИ"
² Институт
радиофизики и
электроники им.
А.Я Усикова НАН
Украины |
| 7 | П.С. Харченко | ПРЯМЫЕ И ОБРАТНЫЕ
ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОЛНЫ В
ПЛОСКОСЛОИСТЫХ СТРУКТУРАХ С
МЕТАМАТЕРИАЛОМ | Институт
радиофизики и
электроники им.
А.Я Усикова НАН
Украины |
| 8 | <u>О.В.Хмеленко</u> ,
С.А. Омельченко | УВЕЛИЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ПРОВОДИМОСТИ КРИСТАЛЛОВ ZNSE,
СТИМУЛИРОВАННОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ
ДЕФОРМАЦИЕЙ | Днепропетровский
национальный
университет им. О.
Гончара |

СЕКЦІЯ:

МЕТАМАТЕРІАЛИ

Зала засідань (третій поверх)

Вівторок

25.11.2008

16:00 – 18:00

- | | | | |
|----|---|--|---|
| 1. | <u>П. А. Белов</u> ¹ ,
Марио Г.
Сильверинья ² ,
Пекка Йконен ³ ,
Ен Зао ¹ ,
К. Р. Симов-
ский ³ , С. А.
Третьяков ³ , Янг
Хао ¹ , Клайв
Парини ¹ | ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЙ СО
СВЕРХРАЗРЕШЕНИЕМ НА РАССТОЯНИЯ
ПОРЯДКА НЕСКОЛЬКИХ ДЛИН ВОЛН В
МИКРОВОЛНОВОМ, ТЕРАГЕРЦОВОМ,
ИНФРАКРАСНОМ И ВИДИМОМ
ДИАПАЗОНАХ ЧАСТОТ | Лондонский
Университет
Королевы Марии,
Великобритания
² Коимбрский
Университет,
Португалия
³ Хельсинский
Политехнический
Университет,
Финляндия |
| 2. | <u>А. Д. Архипов</u> | АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД
ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДЫ С
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ
АНИЗОТРОПИЕЙ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ
РАСПРОСТРАНЕНИИ ПЛОСКОЙ ВОЛНЫ. | Днепропетровский
национальный
университет |
| 3. | <u>А.П. Балмаков</u> ,
И.В. Семченко | ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
ВОЛН МАССИВОМ ДНК-ПОДОБНЫХ
СПИРАЛЬНЫХ ПРОВОДНИКОВ | Гомельский
государственный
университет им.
Франциска
Скорины |

- | | | | |
|----|---|---|---|
| 4. | <u>С.П. Борухович,</u>
<u>А.В.Грибовский</u> | ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКИ ЭКРАНА, СОДЕРЖАЩЕЙ ДВА ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДА | <i>Радиоастрономический институт НАН Украины</i> |
| 5. | <u>О.В. Костылева,</u>
<u>А.А. Булгаков</u> | ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СВОЙСТВА ФЕРРИТОВОГО ВОЛНОВОДА, РАСПОЛОЖЕННОГО МЕЖДУ ДВУМЯ СЛОИСТО-ПЕРИОДИЧЕСКИМИ СТРУКТУРАМИ | <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i> |
| 6. | <u>А.И. Павлов</u> | КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КЛЮЧА ДЛЯ ГГц И ТГц ДИАПАЗОНОВ ДЛИН ВОЛН | <i>Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники</i> |
| 7. | <u>М.К. Ходзицкий.¹,</u>
<u>А.В.Страшевский²</u> | ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЛЕВОСТОРОННИХ СВОЙСТВ СТРУКТУРЫ (ФЕРРИТ/ПЛОСКИЕ ПРОВОЛОЧКИ), НАХОДЯЩЕЙСЯ В ВОЛНОВОДЕ В ЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ 21- 40 ГГц | ¹ <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i>
² <i>Харьковский Национальный Университет имени В.Н. Каразина,</i> |
| 8. | Tomasz
P. Warzocha | REVIEW ON MAGNETO-OPTICAL EFFECTS IN FERROFLUIDS | <i>Department of Theoretical Chemistry, Faculty of Chemistry Maria Curie-Sklodowska University</i> |

Стендові доповіді:		РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА	
Фойє зали засідань		Вівторок	25.11.2008 15:30 – 16:00
1.	<u>А.А. Буняева</u>	УСЛОВИЯ НЕЛИНЕЙНОСТИ В МАГНИТОРЕЗОНАНСНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ	<i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i>
2.	<u>Р.В. Зайцев,</u> <u>М.В.Кириченко,</u> <u>В.Р. Копач</u>	УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК СВЕТА ДЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ НАУЧНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	<i>Национальный технический университет «ХПИ»</i>

- | | | | |
|----|---|---|--|
| 3. | Калмыкова Т.В. | ЯЧЕЙКА МАГНИТОРЕЗОНАНСНОГО СПЕКТРОМЕТРА: ДДР СО ВСТРОЕННОЙ РЕПЕРНОЙ МЕТКОЙ | <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i> |
| 4. | <u>Е.Г. Плахтий</u> ,
В.О. Макаров,
О.В. Хмеленко,
С.А.Омельченко
А.Г. Иваница | ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАТРИЙ-ВОЛЬФРАМОВЫХ БРОНЗ, ПОЛУЧЕННЫХ БЫСТРЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ РАСПЛАВА | <i>Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара</i> |
| 5. | <u>О.Ю. Ляшков</u> ,
І.В. Гомілко,
Т.М. Булана | ОБРОБКА СИГНАЛУ ГАЗОВОГО СЕНСОРА ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДА КАСКАДНОЇ КОРЕЛЯЦІЇ | <i>Дніпропетровський Національний університет ім. О.Гончара</i> |
| 6. | <u>Ю.А.Тонкошкур</u>
А.В. Дегтярёв | ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПОЗИСТОРОВ НА БАЗЕ МИКРО-КОНТРОЛЛЕРА | <i>Днепропетровский национальный университет им.О. Гончара</i> |
| 7. | <u>Е.А. Янковская</u> ¹ ,
<u>П.А. Белов</u> ^{1,2} ,
К.Р.Симо-
вский ^{1,3} | ОЦЕНКА МАТЕРИАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОСЛОЙНЫХ СЕТОЧНЫХ НАНОСТРУКТУР | ¹ <i>Санкт-Петербургский Государственный университет информационных технологий, механики и оптики</i>
² <i>Queen Mary University of London</i>
³ <i>Helsinki University of Technology</i> |

Стенові доповіді: МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА		
Фойє зали засідань	Вівторок 25.11.2008	15:30 – 16:00
1. <u>А.В. Бабич</u> , В.В. Погосов	ВЛИЯНИЕ УШИРЕНИЯ УРОВНЕЙ И ПЕРЕГРЕВА ЭЛЕКТРОНОВ НА ВОЛЬТ-АМПЕРНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ТУННЕЛЬНЫХ СТРУКТУР НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КЛАСТЕРАХ	<i>Запорожский национальный технический университет</i>
2. Н. В. Варавин	ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И РАСЧЕТА ОПОРНОГО СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТЫ	<i>Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»</i>
3. <u>Желтов В.Н.</u> ,	ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ	<i>Институт</i>

- | | | | |
|----|---|---|---|
| | Цвык А.И. | ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ОР ГДИ ММ
ДИАПАЗОНА | <i>радиофизики и
электроники им.
А.Я Усикова НАН
Украины</i> |
| 4. | С.П. Репецкий ¹ ,
<u>В.В. Лизунов²</u> ,
Ю.В. Карпенко ² | СПИНОВЫЙ ТРАНСПОРТ В СПЛАВАХ
ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ | ¹ <i>Киевский
национальный
университет имени
Тараса Шевченко</i>
² <i>Національний
технічний
університет
України «КПІ»</i> |
| 5. | А.В.Федосов
С.В. Луньов
Д.А. Захарчук
С.А. Федосов
Л.І Панасюк. | ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТАНТИ ЗСУВУ
ДЕФОРМАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ В
МОНОКРИСТАЛАХ n-Si ПРИ НАЯВНОСТІ
РАДІАЦІЙНИХ ДЕФЕКТІВ | <i>Луцький
національний
технічний
університет</i> |
| 6. | <u>Д.Г. Макаров</u> ,
В.Г.Крыжанов-
ский,
В.А.Принцов-
ский | ШИРОКОПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ
КЛАССА Е НА ОСОВЕ SiC ТРАНЗИСТОРА | <i>Донецкий
Национальный
Университет</i> |
| 7. | Ю.И. Горобец,
С.А. Решетняк,
<u>Т.А. Хоменко</u> | ВЛИЯНИЕ НЕИДЕАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ
СВОЙСТВ ИНТЕРФЕЙСА НА ОТРАЖЕНИЕ
МАГНИТОУПРУГИХ ВОЛН В ФЕРРО-
МАГНЕТИКАХ | <i>Национальный
технический
университет
Украины «КПИ»</i> |
| 8. | А. А. Булгаков,
Б. П. Ефимов
А. Н. Кулешов
М. О.Хорунжий
<u>Хуторян Э. М.</u> | ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
РАЗРЯДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИДКОСТИ | <i>Институт
радиофизики и
электроники им.
А.Я Усикова НАН
Украины</i> |

СЕКЦІЯ:

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА -1

Зала засідань (третій поверх)

Середа

26.11.2008

13:00 – 15:00

- | | | | |
|----|---|---|--|
| 1. | <u>Paweł Mergo¹</u> ,
<u>Jan Wójcik¹</u> | FABRICATION AND CHARACTERIZATION
OF SPECIALTY PHOTONIC CRYSTAL
FIBERS | ¹ <i>Department of
Optical Fiber
Technology, Faculty
of Chemistry,
Maria Curie-
Skłodowska
University, Lublin,
Poland</i> |
|----|---|---|--|

- | | | | |
|----|--|--|---|
| 2. | В.А. Белобров | ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ
ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ МОД БЕСКОНЕЧНОЙ
ЦЕПОЧКИ КВАНТОВЫХ ПРОВОДОВ | <i>Институт
Радиофизики и
Электроники НАН
Украины</i> |
| 3. | <u>Małgorzata Gil</u> ¹ ,
Jan Rayss ¹ ,
Andrzej Gorgol ¹ ,
Wiesław
Podkościelny ¹ ,
Jan Widowski ¹ | NEW POLYMER MATERIALS IN FIBRE
TECHNOLOGY | ¹ <i>Department of
Optical Fibre
Technology, Marie
Curie Skłodowska
University, Lublin,
Poland</i> |
| 4. | М.В. Клименко | КОГЕРЕНТНЫЙ ПЕРЕНОС НОСИТЕЛЕЙ
ЗАРЯДА СКВОЗЬ ИНЖЕКТОР КВАНТОВО-
КАСКАДНОЙ СТРУКТУРЫ С
ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ПЕРЕХОДАМИ | <i>Харьковский
национальный
университет
радиоэлектроники</i> |
| 5. | <u>В.И. Липкина</u> ¹ ,
А.С. Гнатенко ¹ ,
И.В. Гурьев ¹ ,
И.А. Сухо-
иванов ^{1,2} | КОМПЕНСАТОР ДИСПЕРСИИ НА ОСНОВЕ
ДВУМЕРНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА | <i>Харьковский
национальный
университет
радиоэлектроники</i> |
| 6. | <u>К. Паланджян</u> ,
А. Зейтунян, Г.
Есяян, Л.
Мурадян | САМОФОРМИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНО-
СПЕКТРОННОГО СИМИЛЯРИТОНА
В ВОЛОКННОМ СВЕТОВОДЕ БЕЗ
УСЛИНЕНИЯ | <i>Лаборатория
сверхбыстрой
оптики, факультет
физики, ЕГУ
Ереван Армения</i> |
| 7. | <u>Елена Смотров</u> | ЛИНЕЙНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
МИКРОДИСКОВОГО ЛАЗЕРА,
ОКРУЖЕННОГО ПАССИВНЫМИ
КОЛЬЦАМИ | <i>Институт
радиофизики и
электроники им.
А.Я. Усикова НАН
Украины</i> |
| 8. | <u>М.Ю. Видил</u> ,
С.Л.Просвирнин | СОБСТВЕННЫЕ ВОЛНЫ ПЛАНАРНОЙ
СЛОИСТОЙ МЕТАЛЛО-
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ | <i>Радиоастрономи-
ческий институт
НАН Украины</i> |

СЕКЦІЯ:

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА -2

Зала засідань (третій поверх)

Четвер

27.11.2008

9:00 – 11:00

- | | | | |
|----|-------------------------------------|--|---|
| 9. | <u>П.О.Ангельский</u>
И.И.Мохунь | ОПТИЧЕСКИЙ ЗАХВАТ И МАНИПУЛИ-
РОВАНИЕ МИКРООБЪЕКТАМИ С
РАЗНЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕ-
РИСТИКАМИ | <i>Черновицкий
Национальный
Университет</i> |
|----|-------------------------------------|--|---|

- | | | | |
|-----|--|--|--|
| 10. | <u>Р.А.Баськов</u> ^{1,2} ,
О.О.Чумак ² | ВПЛИВ ТУРБУЛЕНТНОЇ АТМОСФЕРИ НА РОЗШИРЕННЯ СВІТЛОВИХ ІМПУЛЬСІВ ПРИ ПОШИРЕННІ НА ВЕЛИКІ ВІДСТАНІ | ¹ Національний університет «Києво-Могилянська академія»
² Інститут фізики НАН України |
| 11. | А.В. Бурнашов | ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЕТА, РАССЕЙАННОГО НА ЧАСТИЦАХ ПЕРИСТЫХ ОБЛАКОВ | Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск |
| 12. | Р.В. Голова-щенко | СИСТЕМА ВОЗБУЖДЕНИЯ ДИСКОВОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА В КРИОДИЭЛЕКТРОМЕТРЕ | Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины |
| 13. | М.Е. Ли,
<u>И.А. Калинин</u> ,
О.В. Мартынов | РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕРЕНИЯ РАССЕЙАНИЯ ВОДОЙ В МАЛО-УГЛОВОМ ДИАПАЗОНЕ | Морской гидрофизический институт НАН Украины, г. Севастополь |
| 14. | <u>Ю.В. Пильгун</u> ,
Е.Н. Смирнов | ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ПО РАЗНОСТНЫМ ОТСЧЁТАМ В ДВУХКООРДИНАТНОМ ЛАЗЕРНОМ СКАНИРУЮЩЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ФАЗОВОМ МИКРОСКОПЕ | Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко |
| 15. | <u>И.С. Шелемба</u> ,
С.А. Бабин,
М.А. Никулин | МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ УСТРОЙСТВА ОПРОСА ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ СЕНСОРОВ | Институт автоматики и электрометрии СО РАН, г. Новосибирск |
| 16. | <u>Д.В. Яковлева</u> ¹ ,
Г.А. Толкаченко ¹
А.В. Смирнов ² | СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАД ЧЁРНЫМ МОРЕМ ПО ДАННЫМ CIMEL И MICROTOPS II | ¹ Морской гидрофизический институт НАН Украины, г. Севастополь
² Biospheric Sciences Branch, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA |

СЕКЦІЯ:

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА -3

Зала засідань	Четвер	27.11.2008	11:30 – 13:30
17. Г.Довбешко ¹ , О. Фесенко ¹ , В.Моїсеєнко ² , <u>В.Бойко¹</u> .	ОСОБЛИВОСТІ ІНФРАЧЕРВОНИХ СПЕКТРІВ ШТУЧНИХ ОПАЛІВ З БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ		¹ Інститут Фізики НАНУ, Київ ² Дніропетровський Національний Університет
18. <u>О.О. Чернишов</u>	СИНГУЛЯРНО-ОПТИЧНІ СПЕКТРАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ РЕГУЛЯРНО РОЗСІЯНИХ ПОЛІХРОМАТИЧНИХ ПУЧКІВ		Чернівецький національний університет
19. <u>Дуболазов О.В.</u> , Істратій В.І.	ВИМІРЮВАННЯ ПОЛЯРИЗАЦІЇ МЮЛЛЕР- МАТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ФАЗОВО- НЕОДНОРІДНИХ ШАРІВ.		Чернівецький національний університет
20. <u>А.О.Ковальчук¹</u> , В. В. Бобик ² , В.М.Соломаха ² Г. Ю. Рудько ^{1,3} С. А.Коваленко ³ Є. Г. Гуле ³	КВАНТОВІ ТОЧКИ ОКСИДУ ЦИНКУ В ПОРИСТИХ КРЕМНЕЗЕМАХ		¹ Національний університет „Києво- Могилянська Академія ² Інститут фізичної хімії НАН України ³ Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є.Лашкарьова НАН України
21. Д.Л Каменский, А.И. Каплиенко, В. И. Кутько, <u>С.Н. Попережай</u>	СПЕКТР НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗБУЖДЕНИЙ КРИСТАЛЛА КТm(MoO ₄) ₂ .		Физико-техни- ческий институт низких температур им. Б.И. Веркина, г. Харьков
22. <u>К.П. Попович</u>	ТЕРМОСТИМУЛЬОВАНА ЛЮМІНЕСЦЕН- ЦІЯ ЛЕГОВАНОГО СКЛОПОДІБНОГО ТЕТРАБОРАТА ЛІТІЮ		Інститут електронної фізики НАН України, м. Ужгород
23. В.Л. Дербов ¹ , <u>Н.И. Тепер²</u>	ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАСЕЛЕННОСТЕЙ В АТОМЕ ВОДОРОДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСА ТИТАН- САПФИРОВОГО ЛАЗЕРА		¹ Саратовский государственный университет им. Чернышевского ² Саратовский государственный социально- экономический университет

24. Д.А. Циркунов¹, С.Я. Прислопский², ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА ПОР АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ НА ИНДИКАТРИСЫ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЕВРОПИЯ
- ¹ *Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск,*
² *Институт физики имени Б.И. Степанова НАН Беларуси*

СЕКЦІЯ: ОПТИКА ТА ФОТОНІКА -4

Зала засідань (третій поверх)		Четвер	27.11.2008 14:30 – 16:30
25.	<u>A. Mazikowski</u>	MULTIBAND SYSTEM FOR NON-CONTACT TEMPERATURE MEASUREMENT	¹ <i>Gdansk University of Technology, Poland</i>
26	<u>А.А. Большаков,</u> <u>П.В. Петров,</u> <u>Н.Н. Кольчевский</u>	РАСЧЕТ РЕНТГЕНООПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОКАПИЛЛЯРНОЙ АДИАБАТИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ	<i>Белорусский государственный университет, г. Минск</i>
27	<u>В.А. Белобров</u>	ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОРОГОВ САМОВОЗБУЖДЕНИЯ ОДНОМЕРНЫХ МИКРОРЕЗОНАТОРОВ ЧЕРЕЗ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ	<i>Институт Радиофизики и Электроники НАН Украины</i>
28	<u>Гирич А.А.</u> ^{1,2}	МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТВЕТВИТЕЛЯ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЭЛЕМЕНТОМ, УПРАВЛЯЕМОГО ПРИ ПОМОЩИ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ	¹ <i>Харьковский национальный университет радиоэлектроники</i> ² <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины</i>
29	<u>А.С. Гнатенко</u> ¹ , <u>В.И. Липкина</u> ¹ , <u>И.В. Гурьев</u> ¹ , <u>И.А.Сухоиванов</u> ^{1,2}	ДЕМУЛЬТИПЛЕКСОР ПО ДЛИНЕ ВОЛНЫ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА СУПЕРПРИЗМЫ	¹ <i>Харьковский национальный университет радиоэлектроники</i> ² <i>FIMEE, Universidad de Guanajuato, Salamanca, Mexico</i>

- | | | | |
|----|---|---|--|
| 30 | <u>Е.В. Горошко</u> ,
Р.В. Голова-
щенко | СВЯЗАННЫЕ ДИСКОВЫЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ НА МОДАХ ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЕРЕИ В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН | <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины</i> |
| 31 | <u>М. Калашян</u> ,
К. Паланджян,
Г. Есяян,
Л. Мурадян | ДИСПЕРСИОННАЯ ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ НА ОСНОВЕ ФУРЬЕ СИНТЕЗА | <i>Лаборатория сверхбыстрой оптики, факультет физики, ЕГУ Ереван Армения</i> |
| 32 | <u>П.В. Петров</u> ,
А.А. Большаков,
Н.Н. Кольчевский | ПРЕЛОМЛЯЮЩАЯ МИКРОКАПИЛЛЯРНАЯ АДИАБАТИЧЕСКАЯ ЛИНЗА | <i>Белорусский государственный университет</i> |

СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ:

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

Фойє зали засідань

Четвер

27.11.2008

11:00 – 11:30

- | | | | |
|----|---|---|--|
| 1. | <u>Т.Е. Ремаева</u> ¹ ,
А.Г. Нерух ¹ | ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО БАЗИСА СФЕРИЧЕСКИ СИММЕТРИЧНЫХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА | ¹ <i>Харьковский национальный университет радиозлектроники</i> |
| 2. | <u>М. Калашян</u> ¹ ,
Т. Мансурян ¹ ,
А. Зейтуян ¹ ,
Г. Есяян ¹ ,
Л. Мурадян ¹ ,
Ф. Лурадур ² ,
А. Бартелеми ² | СПЕКТРАЛЬНАЯ КОМПРЕССИЯ И СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕРАЦИИ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ | ¹ <i>Лаборатория сверхбыстрой оптики, факультет физики, ЕГУ Ереван, Армения</i>
² <i>Департамент фотоники, НИИ XLIM, Лиможский университет, Франция</i> |
| 3. | <u>К. Паланджян</u> ,
М. Калашян,
А. Кутузян,
Г. Есяян,
Л. Мурадян | ГЕНЕРАЦИЯ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ СПЕКТРАЛЬНО-ОГРАНИЧЕННЫХ ИМПУЛЬСОВ В СПЕКТРАЛЬНОМ КОМПРЕССОРЕ | <i>Лаборатория сверхбыстрой оптики, факультет физики, ЕГУ Ереван, Армения</i> |
| 4. | <u>С.И Скуратовский</u> ,
Ю.В.Корниенко | ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПО ЕГО СПЕКТРУ | <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i> |

СЕКЦІЯ: Біофізика - 1		
Зала засідань (другий поверх)	Середа	26.11.2008 13:00 – 15:00
1. <u>Е. Л. Усенко</u> , В. А. Сорокин, В.А.Валеев	ПРИРОДА РАЗЛИЧНОГО ВЛИЯНИЯ ИОНОВ Mg^{2+} И Ni^{2+} НА ПЕРЕХОД $AU \rightarrow A2U$ ($2 \rightarrow 3$), НАБЛЮДАЕМЫЙ НА ФАЗОВЫХ ДИАГРАММАХ КОМПЛЕКСОВ ЭТИХ ИОНОВ С ПОЛИА-ПОЛИИ	<i>Физико-технический институт низких температур им. Б. И. Веркина НАН Украины, г. Харьков</i>
2. Е.В. Мирошниченко	ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОСИ ДВОЙНОЙ СПИРАЛИ ДНК В ВИДЕ ЛОМАННОЙ С МИНИМАЛЬНЫМ ЧИСЛОМ ОТРЕЗКОВ	<i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины</i>
3. А.С. Хребтова	СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОФЛАВИНА С МАТРИЦАМИ РАЗЛИЧНОГО НУКЛЕОТИДНОГО СОСТАВА	<i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины</i>
4. <u>Минакова Е.А.</u> , Круглова Е.Б	ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ИОНОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМАХ ЛИГАНД-ДНК	<i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины</i>
5. <u>М.Ю.Ткаченко</u> ¹ , Е.П.Борискина ¹ , М.Е.Толосторуков ² , А.В.Шестопалова ¹	ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПРЯМЫХ МЕХАНИЗМОВ БЕЛКОВО-НУКЛЕИНОВОГО УЗНАВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗЫ ДАННЫХ PROTNA-ASA	¹ <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины</i> ² <i>Harvard-Partners Center for Genetics and Genomics, Boston, USA</i>
6. А.Н.Завилопуло ¹ , О.Б. Шпеник ¹ , <u>А.С. Агафонова</u> ¹	ИОНИЗАЦИЯ МОЛЕКУЛЫ ГУАНИНА	¹ <i>Институт электронной физики НАН Украины, г. Ужгород</i>
7. <u>Н.В.Ульянов</u> ¹ , Ю.Д.Нечипуренко. ^{1,2}	АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ АДСОРБЦИИ ЛЕНГМЮРА, СИПСА И ХИЛЛА	¹ <i>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,</i> ² <i>Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН,</i>

СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ:**БІОФІЗИКА**

Фойє зали засідань		Середа	27.11.2008 15:00 – 15:30
1.	Горобец С.В., Горобец О.Ю., <u>Было О.Н.</u> , Медведев А. В.	ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НАСАДКИ (ВГФН) МАГНИТНОГО СЕПАРАТОРА	<i>Национальный Технический Университет Украины "КПИ",</i>
2.	<u>Захаренко О.К.</u> , Трусова В.М., Горбенко Г.П.	ИЗУЧЕНИЕ ГЕМОГЛОБИН-ЛИПИДНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ С ПОМОЩЬЮ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЗОНДА SQ-1	<i>Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина</i>
3.	<u>В.В. Костюков</u> , Н.М. Хомутова, М.П. Евстигнеев	ВКЛАД ИЗМЕНЕНИЯ ТРАНСЛЯЦИОННЫХ, РОТАЦИОННЫХ И ВИБРАЦИОННЫХ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ В ЭНЕРГИЮ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ ЛИГАНДОВ С ДНК	<i>Севастопольский национальный технический университет</i>
4.	Ю.І Горобець, С.В. Горобець, <u>М.М.Потьомкін</u> , А.В. Сопіна	ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНОГО ПІНЦЕТУ В МЕДИЦИНІ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТА ЛІКУВАННЯ ОНКОЛОГІЧНИХ УТВОРЕНЬ	<i>Національний технічний університет України «КПІ»,</i>
5.	С.В Горобець., Н.О.Михайлен- ко., О.К.Двойненко	ВИЗНАЧЕННЯ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТ- ЛИВОСТІ БІОСОРБЕНТУ.	<i>Національний Технічний Університет України «КПІ»</i>
6.	О.Ю. Горобец И.А.Бондар	МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРИЕНТАЦИИ ТРАЕКТОРИЙ ДИАМАГНИТНЫХ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ОРГАНИЗМОВ В СИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ	<i>Національний технічний університет України «КПІ»,</i>
7.	<u>Е.П.Борискина</u> , М.А Семенов.	ПОДВИЖНОСТЬ АЗОТИСТЫХ ОСНОВА- НИЙ ПРИ ДЕГИДРАТАЦИИ ДНК В ПЛЕНКАХ	<i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i>

СЕКЦІЯ: ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА - 1

Актова Зала		Четвер	27.11.2008 9:00 – 11:00
1.	М. Хруслов	КОМПАКТНАЯ КОАКСИАЛЬНАЯ МОНО- ПОЛЬНАЯ АНТЕННА СМ-ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН	<i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i>
2.	М.В. Балабан	ЭФФЕКТИВНАЯ ЧИСЛЕННО- АНАЛИТИЧЕСКАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИФРАКЦИИ НА ТОНКИХ ДИСКАХ	<i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я Усикова НАН Украины</i>

- | | | | |
|----|--|---|---|
| 3. | А.Ю. Галан | ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ
АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ
МЕТОДА ПЧЕЛИНОГО РОЯ | <i>Харьковский
национальный
университет им.
В.Н. Каразина</i> |
| 4. | Я.В. Дацко | ЧИСЛОВИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗУВАННЯ
ГІПЕРСИНГУЛЯРНОГО ІНТЕГРАЛЬНОГО
РІВНЯННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО
ПОЛЯ У МЕТАЛІ З НЕСКІНЧЕННО
ТОНКОЮ ТРИЩИНОЮ | <i>Фізико-механічний
інститут ім. Г.В
Карпенка НАН
України, м. Львів</i> |
| 5. | С.В Духопель-
ников | МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
РАССЕЯНИЯ ВОЛН ИДЕАЛЬНО
ПРОВОДЯЩЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ
ПОВЕРХНОСТЬЮ С ПРОДОЛЬНЫМИ
ЩЕЛЯМИ | <i>Национальный
технический
университет
«ХПИ»</i> |
| 6. | <u>О.Л. Карпович</u> ,
В.В. Кизименко | ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
РУПОРНОЙ АНТЕННЫ
С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВСТАВКАМИ | <i>Белорусский
государственный
университет
информатики и
радиоэлектроники</i> |
| 7. | <u>Б.А. Кочетов</u> ,
А.Ю. Бутрым | РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ
ВОЛН В РАДИАЛЬНО-НЕОДНОРОДНЫХ
НЕСИММЕТРИЧНЫХ БИКОНИЧЕСКИХ
ЛИНИЯХ | <i>Харьковский
национальный
университет им.
В.Н. Каразина</i> |
| 8. | <u>М. Н. Легень-
кий</u> ,
А. Ю. Бутрым | РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИМПУЛЬСНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ ИЗ ОТКРЫТОГО КОНЦА
ВОЛНОВОДА МЕТОДОМ СОГЛАСОВАНИЯ
МОД ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ | <i>Харьковский
национальный
университет им.
В.Н. Каразина</i> |

СЕКЦІЯ: ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА - 2

Актова Зала

Четвер

27.11.2008 11:30 – 13:30

- | | | | |
|-----|--|---|---|
| 9. | <u>Ю.В.Мангуши-
на</u> ,
А.В.Грибовский | АКТИВНАЯ ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ
РЕШЕТКА ИЗ КОАКСИАЛЬНО-
СЕКТОРНЫХ ВОЛНОВОДОВ | <i>Радиоастрономиче-
ский институт
НАН Украины</i> |
| 10. | <u>С.В. Нестерук</u> ,
М.Б. Проценко | ЭЛЕМЕНТ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ
С УПРАВЛЯЕМОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ
ИЗЛУЧЕНИЯ | <i>Одесская
национальная
академия связи им.
А.С. Попова</i> |
| 11. | <u>А.Ю. Попков</u> | РАСЧЕТ СПЕКТРА ОБЪЕМНЫХ
РЕЗОНАТОРОВ В ВИДЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ | <i>Институт
радиофизики и
электроники им.
А.Я Усикова НАН
Украины</i> |

- | | | | |
|-----|---|--|--|
| 12. | С.А. Приколотин | РЕЗОНАНС ПОЛНОГО ОТРАЖЕНИЯ ТОНКИМ СТЕРЖНЕМ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ | <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины</i> |
| 13. | <u>И.Ю. Рожновская</u> ,
С.В. Нестерук,
М.Б. Проценко | ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МІМО ТЕХНОЛОГИИ | <i>Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова</i> |
| 14. | <u>М.В. Рожновский</u> ,
А.М.Иваницкий | ОДНОРОДНЫЕ ЛИНИИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМИ ПОТЕРЯМИ ПРИ ЭКСПОЗИЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ | <i>Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова</i> |
| 15. | <u>С.С. Самойлик</u> ,
В.П. Бондарев | ДОБРОТНОСТЬ ПРОХОДНОГО ПРЯМОУГОЛЬНОГО РЕЗОНАТОРА С ЧАСТИЧНЫМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ЗАПОЛНЕНИЕМ ПРИ СИЛЬНОЙ СВЯЗИ | <i>Запорожский национальный технический университет</i> |
| 16. | <u>Л.И. Степанова</u> ,
С.В. Нестерук,
М.Б. Проценко | ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕКТОРА ПОЙНТИНГА В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ПЕРЕДАЮЩИХ АНТЕНН | <i>Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова</i> |

СЕКЦІЯ: ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА - 3

Актова Зала **Четвер** **27.11.2008** **14:30 – 16:30**

- | | | | |
|-----|--|---|---|
| 17. | <u>С.И. Тарабан</u> ^{1,2} ,
А. И. Губин ¹ | ОТРАЖЕНИЕ ОТ ПЕРЕХОДНОЙ СЕКЦИИ, НАГРУЖЕННОЙ НАКЛОННЫМ ПРОВОДЯЩИМ ОБРАЗЦОМ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ ПОНИЖЕННОГО СЕЧЕНИЯ | ¹ <i>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины</i>
² <i>Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина</i> |
| 18. | О.Б. Трищук | КРУГОВА РАМКОВА АНТЕНА НАД ПРОВІДНИМ СКІНЧЕННИМ КОНУСОМ | <i>Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів</i> |
| 19. | <u>Ши Хе</u> ,
С.К. Катенев | МОДЕЛИРОВАНИЕ H_{0i} - ВОЛН ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДИАФРАГМИРОВАННОГО КРУГЛОГО ВОЛНОВОДА | <i>Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина</i> |

20. М.Н.Малеев ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА РЕШЕТКЕ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ *Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина*
21. Р.Е. Чернобровкин ЭФФЕКТИВНЫЙ ГЛАДКОСТЕННЫЙ СПЛАЙН-ПРОФАЙЛ РУПОР ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В РАДИОСТРОНОМИИ *Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины*

СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ: ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

Фойє зали засідань		Четвер	27.11.2008 11:00 – 11:30
1.	<u>Н.Е.Гороховцев</u> С. В. Кузнецов	ТРЕХОСЕВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ	<i>Севастопольский национальный технический университет</i>
2.	<u>С.В. Куцак</u> , В.П. Бондарев	ДИФРАКЦИЯ ВОЛНЫ H_{10} В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ С УЗКИМИ ИМПЕДАНСНЫМИ СТЕНКАМИ, ЧАСТИЧНО ЗАПОЛНЕННОГО ДИЭЛЕКТРИКОМ	<i>Запорожский национальный технический университет</i>
3.	<u>А.А. Ступка</u>	НЕЛІНІЙНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА У МЕТОДІ СКОРОЧЕНОГО ОПИСУ	<i>Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара</i>
4.	<u>Э.С. Аппазов</u>	РАЗВИТИЕ ТЕРМОФОТОВОЛЬТАИКИ КАК ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ	<i>Херсонский национальный технический университет</i>

III Young Researcher Career Development Workshop :

bridging a gap between education and career in photonics and electromagnetics"

organized in the frame of YSC-2008, IRE NASU, Kharkiv, Ukraine

Dates & Venue: *Wednesday, November 26, 2008, Institute of Radiophysics and Electronics*

Organized by :



Joint OSA/SPIE Student
Chapter of Institute of
Radiophysics and Electronics
NAS Ukraine



Joint OSA/SPIE Student
Chapter of V. Karazin
Kharkiv National University



MTT-S Student Chapter
"IRE-KHARKIV-MTT"



IEEE LEOS Stud. Chapter of
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Supported by :



Advancing the Science of Light.



Connecting minds. Advancing light.



Program of the Event

9:30 – 11:00 Session I : Lectures on electromagnetics and photonics of IEEE Distinguished microwave lecturer and SPIE Visiting lecturer

Design of integrated RF CMOS circuits.

Prof. Georg Boeck,

Technische Universitaet Chair, Microwave Engineering Lab Berlin, Germany

Planar designs based on tightly coupled scatterers for negative refractive index metamaterials.

Dr. Andrea Vallecchi,

Dept. of Electronics and Telecommunications, University of Florence, Italy

11:00 – 13:00 Session II : IEEE / OSA / SPIE / LEOS Presentation

11:00 – 12:00 Presentation of societies benefits for students

IEEE Benefits for Students: Dr. Konstantin Ilyenko, *Treasurer, IEEE East Ukraine Joint Chapter*

LEOS Benefits for Students: Sergei Gryshchenko, *President, IEEE-LEOS KNURE SC*

SPIE Benefits for Students: Katarzyna Koziel, *Representative, SPIE Gdansk SC*

OSA Benefits for Students: Anna Voizanova, *Representative, IRE-OSA SC*

12:00 – 13:00 *Presentation of Ukrainian/Polish/Russian OSA/SPIE/IEEE Student chapters
in the format of "Round table"*

- OSA/SPIE Student Chapter of IRE NAS Ukraine / Kharkiv
- Mikhail Khodzitskiy, President of IRE OSA Chapter
- Maria Pashchenko, President of IRE SPIE Student Chapter
- OSA/SPIE Student Chapter of the Kharkiv National University / Kharkiv
- Aleksii Galan, President of OSA Student Chapter
- Alexey Simachov, Treasurer of OSA/SPIE Student Chapter
- IEEE IRE-KHARKIV MTT Student Chapter/Kharkiv
- Maxim Khruslov, President of IEEE-MTT IRE Student Chapter
- IEEE LEOS Student Chapter of Kharkiv National University of Radioelectronics/Kharkiv
- Sergey Gryshchenko, President of IEEE-LEOS KNURE Student Chapter
- OSA/ SPIE Student Chapter of Chernivtsi National University / Chernivtzi
- [Aleksiy Chernyshov, President of the CHU OSA/SPIE Student Chapter](#)
- SPIE Student Chapter of Gdansk University of Technology/ Gdansk
- [Edward Marcin, President of Gdansk SPIE Student Chapter](#)
- SPIE Student Chapter of Lublin University of Technology/ Lublin
- [Edyta Grzelak, Representative of Lublin SPIE Student Chapter](#)
- OSA Student Chapter of St. Petersburg State University of Fine Mechanics & Optics
- [Elizaveta Yankovskaya, Representative of St. Petersburg OSA Student Chapter](#)

Foods & Beverages from OSA/SPIE

15:30 – 17:00 **Session III: Career Development Masterclass**

Successful career in metamaterials

Dr. Pavel Belov,

Dept. Electronic Engineering, Queen Mary University of London, England

Successful career in optics and photonics

Dr. Natalie Sakhnenko,

Dept. High Mathematics, Kharkov National University of Radioelectronics, Ukraine

From student to professor

Dr. Vladimir Fesenko,

Lab. "Photonics", Kharkov National University of Radioelectronics, Ukraine

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials»:

organized in the frame of YSC-2008, IRE NASU, Kharkiv, Ukraine

Dates & Venue: , November 25-27, 2008, Institute of Radiophysics and Electronics NASU

Organized by :



Supported by :



Connecting minds. Advancing light.

Program of the Event

25.11.2008 16:00 – 18:00 **Metamaterials Session** (*English Session*)

Transmission of images with subwavelength resolution to distances of several wavelength in microwave, terahertz, infrared and visible frequency ranges

Dr. Pavel Belov,

Dept. Electronic Engineering, Queen Mary University of London, England

26.11.2008 13:00 – 15:00 **Optics and Photonics – 1** (*English Session*)

Fabrication and characterization of specialty photonic crystal fibers

Dr. Pawel Mergo,

Dept. of Optical Fibre Technology, Marie Curie-Skłodowska University of Lublin, Poland

26.11.2008 17:00 – 18:00 **SPIE Polish-Ukrainian Chapter meeting**

Personal CV: “First step to success”

Sergey Mizrakhi, *Vice-President, IRE-OSA SC*

The various sources of funding available for projects in Poland

Artur Borkowski, *Treasurer, SPIE Lublin SC*

The possibilities of financing Polish-Ukraine scientific projects

Marcin Endward, *President, SPIE Gdansk SC*

The various sources of funding available for projects in Ukraine

Mikhail Khodzitskiy, *President, IRE-OSA SC*

27.11.2008 14:30 – 16:30 **Optics and Photonics – 4** (*English Session*)

Multiband system for non-contact temperature measurement

Dr. Adam Mazikowski,

Dept. of Optoelectronics and Electronics System, Gdansk University of Technology, Poland

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

**III Young Researcher Career Development
Workshop**

**SPIE Polish-Ukrainian Workshop on
«Photonics and Metamaterials»**

**РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ
ЗОНДУВАННЯ**

**РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА
МЕТАМАТЕРІАЛИ**

**МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА
ЕЛЕКТРОНІКА**

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

**ТЕОРЕТИЧНА ТА
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА
ЕЛЕКТРОДИНАМІКА**

БІОФІЗИКА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН С МАГНИТНЫМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАНОСТРУКТУРАМИ

А.Б.Ринкевич, Л.Н.Ромашев, В.В.Устинов

Институт физики металлов УрО РАН
620041, г. Екатеринбург, ул. С.Ковалевской, 18
e-mail: rin@imp.uran.ru

Сделан обзор микроволновых свойств магнитных металлических наноструктур, обладающих гигантским магниторезистивным эффектом. Известно, что существуют две основные физические причины, вызывающие микроволновые изменения, а именно, эффект гигантского магнитоимпеданса и магнитный резонанс [1,2]. В полях, меньших поля магнитного насыщения, полевая зависимость коэффициента прохождения волны через наноструктуру вызывается, как правило, первым механизмом. Тогда зависимость коэффициента прохождения выглядит подобно магниторезистивной зависимости, измеренной на постоянном токе, и между микроволновыми изменениями и относительным магнитосопротивлением существует взаимно-однозначное соответствие. Вторым механизмом наблюдается при перпендикулярной накачке. Значительные изменения микроволновых характеристик наблюдаются на частотах миллиметрового диапазона. Амплитуда резонансных изменений наибольшая при условии достижения магнитного насыщения наноструктуры. Представлены методы измерения микроволнового магниторезистивного эффекта. Специально рассмотрен случай “ток перпендикулярен плоскости наноструктуры”. Изучены особенности наблюдения гигантского магниторезистивного эффекта в миллиметровом диапазоне, когда гигантский магниторезистивный эффект и магнитный резонанс наблюдаются совместно. Рассмотрено распространение бегущих электромагнитных волн в прямоугольном волноводе с гиротропной пластиной из металлической наноструктуры внутри. Рассчитаны изменения постоянной распространения для случаев касательного и нормального намагничивания. В области частот и полей, далекой от условий магнитного резонанса, изменения модуля коэффициента передачи пропорциональны магнитосопротивлению. Получены выражения для изменений в магнитном поле комплексных коэффициентов отражения и прохождения.

Лекция содержит следующие разделы.

- Металлические наноструктуры, их структура и получение.
- Обменное взаимодействие и гигантский магниторезистивный эффект.
- Магнитный резонанс в наноструктурах.
- Отражение и прохождение электромагнитных волн через наноструктуры.
- Прохождение волн в широком интервале частот.
- Реализация геометрии "current-perpendicular-to-plane" на СВЧ.
- Измерение гигантского магнитосопротивления на бегущих волнах.
- Практическое применение металлических наноструктур в нанoeлектронике и спинтронике

В целом, микроволновые методы предоставляют уникальную возможность оценить динамические и релаксационные параметры наноструктур и изучать спин-зависимый транспорт. Кроме этого, в лекции говорится о применении металлических наноструктур в микроволновой электронике.

- [1] J.Krebs, P.Lubitz, A.Chaiken, and G. A.Prinz, “Magnetoresistance origin for nonresonant microwave absorption in antiferromagnetically coupled epitaxial Fe/Cr/Fe(001) sandwiches”, *J. Appl. Phys.*, vol.6, No.8, Part II, pp.4795-4797, 1991
- [2] A.B.Rinkevich, L.N.Romashev, V.V.Ustinov, E.A.Kuznetsov, High frequency properties of magnetic multilayers, *ЖММ*, vol. 254-255С , pp. 603-607, 2003

НЕОБЫКНОВЕННЫЕ СВОЙСТВА МЕТАМАТЕРИАЛОВ

Павел А. Белов^{1,2}, Константин Р. Симовский^{2,3}, Сергей А. Третьяков³

¹ *Лондонский Университет Королевы Марии, Великобритания*

² *Санкт-Петербургский Государственный Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики, Россия*

³ *Хельсинский Политехнический Университет, Финляндия*

E-mail: pavel.belov@elec.qmul.ac.uk

Метаматериалы – это искусственные электромагнитные многофункциональные материалы специально созданные, чтобы удовлетворять определенным требованиям. Обычно, метаматериалы создают для того, чтобы получить электромагнитные свойства, которые не наблюдаются в натуральных средах. Эти свойства возникают благодаря определенному взаимодействию с электромагнитным излучением или из-за внешнего электрического контроля. Метаматериалы послужат основой для концептуально новых радио-, микроволновых и оптических технологий.

Данная обзорная лекция включает в себя обзор истории развития метаматериалов, обсуждение эффектов отрицательной рефракции и обратных волн, а также возможности передачи изображений со сверхразрешением. Основной упор доклада будет сделан на достижениях указанных свойств при помощи фотонных и электромагнитных кристаллов.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В КОМБИНАЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Евстигнеев М.П.

*Кафедра физики Севастопольского национального технического университета,
ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 99053; e-mail: max_evstigneev@mail.ru*

В настоящей работе представлены результаты исследования молекулярных механизмов регуляции биологической активности при совместном использовании различных комбинаций ароматических биологически активных соединений (БАС). На основании структурного и термодинамического анализа взаимодействий различных групп ароматических БАС с использованием данных клеточного эксперимента показано, что эффект изменения биологического ответа может быть отчасти объяснен на уровне межмолекулярного взаимодействия препаратов (интерцепторный механизм) и конкуренции препаратов за места посадки на биорецептор (протекторный механизм). Продемонстрирована потенциальная возможность регуляции биологической активности в комбинации ароматических соединений и возможность количественной оценки биологического эффекта при условии доминирования в системе указанных механизмов.

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

III Young Researcher Career Development Workshop

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials»

РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА МЕТАМАТЕРІАЛИ

МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

БІОФІЗИКА

III Young Researcher Career Development Workshop :

bridging a gap between education and career in photonics and electromagnetics"

organized in the frame of YSC-2008, IRE NASU, Kharkiv, Ukraine

DESIGN OF INTERGRATED RF CMOS CIRCUITS

Georg Boeck

Chair of Microwave Engineering Lab, Technische Universitaet, Berlin, Germany

E-mail: boeck@tu-berlin.de

The continuous progress of silicon technology has enabled the emergence of digital mobile broadband communication systems for voice, data and multimedia transmission with good quality of service. Data-rate and mobility trade-offs and different standards like 2G, 3G, Bluetooth, WLAN, GPS and digital multimedia broadcasting are leading to multimode requirements and issues relating to coexistence and inter-working of these different technologies must be solved. Single chip integration with digital part, high integration density and excellent RF performance, low power consumption and low cost under mass production aspects are further requirements. First system-on-chip (SoC) demonstrations show that today CMOS technologies seem to be able to fulfil all these requirements. This lecture will review current RF-CMOS technologies, RF-architectures and re-configurability studies, and circuit and system design aspects for mobile communication applications. It will consider special requirements on wafer processes like leakage and analogue and RF capabilities and will look to the world of system-level design. In this context, power-levels, form-factors and cost are key requirements for system-on-chip and system-in-package-solutions. Of course, new challenges for the future will be considered and explored, too.

PLANAR DESIGNS BASED ON TIGHTLY COUPLED SCATTERERS FOR NEGATIVE REFRACTIVE INDEX METAMATERIALS

A. Vallecchi¹, F. Capolino²

¹*University of Florence*

Via C. Lombroso 6/17, Florence, 50134, Italy

²*University of California, Irvine*

544D Engineering Tower, Irvine, CA 92697-2625, USA

e-mail: andrea@lam.det.unifi.it, f.capolino@uci.edu

The possibility of achieving negative refraction, as a result of simultaneous negative permittivity and negative permeability over a certain frequency band, is one of the most attractive features of metamaterials (MMs). The first experimental demonstration of a negative refractive index (NRI) MM was conducted by using split-ring resonators (SRRs), providing negative permeability, and continuous wires, providing negative permittivity [1]. Since then, many research efforts have been dedicated, on the one side, to understand the behaviour of the SRR and wire materials so as to push upward their frequency range of operation from the initial microwaves range to millimeter and far-infrared frequencies, and, on the other side, to find alternative configurations more suitable for application in the visible range, such as, for instance, the strip pairs and related

structures [2]. At any rate, also at microwave frequencies it is desirable to have a MM with unit cells simpler than those used in [1], that cannot be easily fabricated with a planar technology.

Some recent developments covering the aforementioned research trends in the field of NRI MMs are discussed in this presentation.

First, we will illustrate a type of composite MM which is constructed by combining SRRs and suitably-shaped finite strip wires arranged in a coplanar configuration. Indeed, by placing strip wires and the SRRs on the same side of the supporting dielectric board, one can avoid fabricating layers with metal printed on two faces, so that the related problem of the alignment between SRRs and strip wires would be eliminated. Furthermore, a fully coplanar configuration could be more easily fabricated at smaller scales. Since it has been shown that when SRRs and strip wires are combined into a single structure, their individual field patterns interfere with one another and this interference can even destroy the expected NRI response of the material, the developed MM unit cells are devised to minimize the interference between the two components and preserve the negative nature of their isolated behaviour.

Then, a class of fully printable MMs based on arrayed pairs of tightly coupled planar conductors with proper shapes (like dogbones, Jerusalem crosses, tripoles, etc.) will be introduced. These MMs generalize the concept of employing as constitutive particles for creating a NRI medium pairs of short strips, in substitution of SRRs and wires [2]. Analogously to short-strip pairs, such configurations of coupled conductors are shown to support both antisymmetric (magnetic) and symmetric (electric) resonance modes, whose interaction, if properly engineered, can reflect in simultaneous negative permittivity and permeability, and, accordingly, NRI behaviour. The use of metallic inclusions with more elaborated geometries than simple pairs of short strips offer the possibility to achieve enhanced control on the particle resonances, that can be tuned to the desired frequency by adjusting the shape and dimensions of the metallic inclusions, to reduce the size of the MM unit cell, and to realize MM structures optimized to provide a uniform NRI response to arbitrarily polarized incident waves.

[1] D. R. Smith, W. J. Padilla, D. C. Vier, S. C. Nemat-Nasser, and S. Schultz, "Composite medium with simultaneously negative permeability and permittivity," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 84, pp. 4184–4187, 2000.

[2] V. M. Shalaev, W. Cai, U. K. Chettiar, H. Yuan, A. K. Sarychev, V. P. Drachev, and A. V. Kildishev, "Negative index of refraction in optical metamaterials," *Optics Lett.*, vol. 30, no. 24, pp. 3356-3358, Dec. 2005.

IEEE LEOS BENEFITS FOR STUDENTS

Sergii V. Gryshchenko

*Lab "Photonics", Kharkov National University of Radio Electronics
61166, Lenin av., 14, Kharkov, Ukraine
Phone: +38-057-7021384
e-mail: s_gryshchenko@kture.kharkov.ua*

Lasers and Electro-Optics Society (LEOS) of the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE) has advanced the theory and practice of electrical and electronics engineering and of the allied arts and sciences. The field of interest of the Society is lasers, optical devices, optical fibers, and associated lightwave technology and their applications in systems and subsystems, in which the quantum electronic devices are key elements.

The goal of the LEOS society is to provide opportunities for information exchange, continuing education, and professional growth, publishing journals, sponsoring conferences, and supporting local chapter and student activities.

A lot of attention is given to the student members. LEOS provides a lot of special programs and contests in an order to increase interest to scientific activity. Also as many other IEEE societies LEOS supports many conferences with different type of grants. The idea of this talk is to carry to the listeners the major benefits of LEOS society and show plans on 2009th.

IEEE BENEFITS FOR STUDENTS

Dr. Kostyantyn V. Ilyenko ¹

¹*Usikov Institute of Radiophysics and electronics
National Academy of Sciences of Ukraine
12, Proskura st., Kharkov, 61085, Ukraine
e-mail: kost@ire.kharkov.ua*

What is IEEE from the students point of view?

Student life, along with it's many positive features, also contains a certain amount of chaos. IEEE has created a set of benefits specifically targeted for students in order to fill the void and increase the positive experience for students on their way to becoming an expert in their field. These benefits are, but not limited to:

1. Your Own Personal Subscription to IEEE Spectrum and Potentials

Winner of prestigious awards, IEEE Spectrum delivers, on a monthly basis, the latest technological information with behind-the-scenes stories to put the news in context. IEEE Potentials discusses career issues and other subjects of interest to those starting out in the electrical and computer engineering professions.

2. Enhancing Your Career by Networking with Technical Experts

Participate in Student Branch activities, and in local, professional Section and Chapter meetings where members meet members and industry leaders to discuss technical and professional issues and career concerns.

3. Save with Low Member Prices on IEEE Products

Your membership gives you access to the world's most comprehensive source of electrical and electronics publications, specialized books, conference records and published standards. IEEE provides the best technical information in the world and your membership entitles you to low member prices on all of it.

4. Attend Top Technical Conferences at Low Member Rates

Accept invitations to attend and participate in numerous technical conferences in a variety of technical interest areas as well as educational seminars, technical and professional programs and courses.

5. Establish Yourself Early in the Profession's Premier Technical Organization

IEEE members are the technical and scientific professionals making the revolutionary engineering

advances which are reshaping our world today. To enable young professionals who join IEEE as students to maintain their membership through the early years of their career, IEEE provides a graduated dues program. When you graduate with your first professional degree, with no interruption to your IEEE membership, you may be eligible for up to your years of reduced IEEE dues and assessments.

[1] <http://ewh.ieee.org/reg/8/sac/index.php>

SPIE BENEFITS FOR STUDENTS

Katarzyna Koziel¹

¹*Gdansk University of Technology
Faculty of Electronics, Telecommunications and Informatics
Department of Optoelectronics and Electronics Systems
11/12 Narutowicza Str., 80-952 Gdansk, Poland
e-mail: kasia.eti@gmail.com*

The subject of this paper are the benefits obtained by forming a SPIE students chapters at universities, and the criteria that need to be met before a chapter can be formed. The paper is a deep view into the first months after forming a chapter and the work that needs to be done at the beginning of the chapters life. The presentation also indicates the sources of ideas, training, and grants that are available for all of the chapters members and for the chapter officers.

The first part of the paper is a look at the benefits gained from forming a students chapter. This includes financial aid, free educational materials, lecture grants and more. Also one of the most important benefits a university obtains, is a group of students dedicated to scientific work. This is also looked into in this section of the paper. I include my personal experience from the first months after the chapter had been formed to show what did we gain just months after it's formation.

The second part of the presentation is a view into requirements for forming a students chapter[1]. There is also a brief instruction on how to begin the road to form an SPIE chapter.

[1] SPIE organization – www.spie.org

OSA BENEFITS FOR STUDENTS

Anna Vozianova¹

¹*Kharkov National University of Radio Electronics*
14 Lenin Ave., Kharkov, 61166, UKRAINE, tel. (057) 702-13-72
e-mail: annavenus@mail.ru

This talk is devoted to benefits obtained by Optical Society of America (OSA) student membership and forming a OSA students chapters at universities, and the criteria that need to formed a chapter. The presentation indicates the sources of ideas, training, and grants that are available for all of the chapter's members and for the chapter officers.

The first part of the talk is devoted to benefits of OSA Student member:

- Free online journal subscription
- Free optics & photonics news (opn) subscription
- Free *Physics Today* subscription
- Conference, meeting and subscription discounts
- Affiliation with a technical group
- Career Services - New Feature: OSA student members may now designate their student status allowing employers to quickly identify resumes of upcoming and recent graduates.

The second part of the talk is devoted to OSA Student chapter benefits:

- **Start-Up Fund** - Each new Student Chapter receives \$500 USD in start-up funding.
- **Activity Grants** - All chapters in good standing have the opportunity to apply for an Activity Grant of up to \$1,000 USD to help support chapter activities and events.
- **Youth Science Education Outreach Grants** - The OSA Foundation provides Education Outreach Grants to support the grassroots education efforts of OSA chapters.
- **Leadership Conference** - A representative from each chapter receives a travel grant to attend the annual Student Chapter Leadership Conference that is held in concert with OSA's Annual Meeting, "Frontiers in Optics."
- **Traveling Lecturer Program** - Student chapters are eligible to request a visit from a traveling speaker annually.
- **Excellence Award** - The Excellence Awards program was established to recognize the outstanding achievements of OSA's Student Chapters and Local Sections for advocacy and outreach efforts in their local communities as well as academic and professional development programming for members. Presented annually at Frontiers in Optics (FiO), two Student Chapters and two Local Sections receive an Excellence Award certificate and a \$1000 USD award.
- **E-Newsletter** - Each chapter member receives *Focal Point* — a quarterly electronic newsletter written for and by OSA Local Section and Student Chapter members from around the world.

The second part of the presentation also is a view into requirements for the formation OSA student's chapter. There is also a brief instruction on how to begin the road to form an OSA chapter.

[1] OSA organization – www.osa.org

[2] <http://www.osa.org/membership/studentservices/default.aspx>

SUCCESSFUL CAREER IN METAMATERIALS

Pavel A. Belov^{1,2}

¹ *Queen Mary University of London, UK*

² *St. Petersburg State University of Information Technologies,
Mechanics and Optics, Russia*

e-mail: pavel.belov@elec.qmul.ac.uk

Dr. Pavel Belov is Post-doctoral Research Assistant / EPSRC Advanced Research Fellow in the Department of Electronic Engineering, Queen Mary University of London, England. He received 1st PhD in Optics and radiophysics in 2003 and 2nd PhD in Radioengineering and electromagnetics in 2006. His current research interests are in metamaterials, nanostructures, photonic and electromagnetic crystals, artificial microwave periodic structures, composite materials and high impedance surfaces, with the emphasis on analytical and numerical (FDTD, FEM, MOM) modeling of electromagnetic properties. He received Nokia, SUMMA, IEEE MTTs, INTAS, SPIE Scholarship etc. He received IET Achievement Award, International Dennis Gabor Award, URSI Young Scientist Award. He has EPSRC Advanced Research Fellowship, Researcher Exchange Grant, British Council etc. He is IoP, IET, IEEE , AP-S , ED-S, MTT-S, LEO-S, URSI, EuMA, OSA, SPIE member.

Few advises, based on personal experience, for young scientists who would like to reach success in the area of metamaterials and not only.

FROM STUDENT TO PROFESSOR

Volodymyr I. Fesenko

Lab "Photonics", Kharkov National University of Radio Electronics

61166, Lenin av., 14, Kharkov, Ukraine

Phone: +38-057-7021384,

e-mail: fesenko@kture.kharkov.ua

The point are given in this lecture designed to give you a broad sense of what is expected of you as a PhD student, tenure, assistant professor. Learning is a lifelong process, but it's form changes as we move from being educated to becoming educators and researchers ourselves. There comes a point in the process when we have gained reasonable insight into the state of our branch of science.

Studying for a Ph.D. will probably be the last, but the most decisive stage in the life of a young person who wants to devote him- or herself to the organised search for a greater understanding of the natural and social world. This includes the ability to produce, control and manipulate new phenomena, instruments and other artefacts. Most newly-minted PhDs are hired as assistant professors, promoted to associate upon achieving tenure, and go through an additional review, five to seven years later, for promotion to full professor. As an assistant professor your job consists of three components: teaching, research, and service to the institution.

The main goal of the talk is to show the opportunities and problems which people obtain in all listed above positions. Also some ideas of boosting your career have examined.

1. Matthias Tomczak, "Education for the Transition from Student to Scientist", *Oceanography*, Volume 17, Number 2, p 11-13.
2. Andrew Schwarz, Jason Thatcher, "Making the Transition from Doctoral Student to Assistant Professor", *Decision Line*, October 2008, p 24-28
3. "Survival Guide Handbook for Ph.D. Students at ETH Zurich", Printed by: RVA Druck und Medien AG, Altstätten/SG

SUCCESSFUL CAREER IN OPTICS AND PHOTONICS

Natalie K. Sakhnenko¹

¹*Kharkov National University of Radio Electronics*
14 Lenin Ave., Kharkov, 61166, UKRAINE, tel. (057) 702-13-72
e-mail: n_sakhnenko@yahoo.com

Dr. Nataliya K. Sakhnenko is Associate Professor in the Department of Higher Mathematics, Kharkov National University of Radio Electronics, Ukraine. She received her PhD in radio-physics in 2004. Her current research interests are in modelling of transient processes in active photonic components with time-dependent material properties. Dr. N. Sakhnenko received Royal Society/NATO Postdoctoral Fellowship and worked in the George Green Institute for Electromagnetics Research, University of Nottingham (GGIEMR) in 2004-2005. She has three-year NATO Reintegration grant (2005-2008) and Ukrainian Ministry of Education and Science grant (2005-2008).

She is IEEE member since 2002

Few advises, based on personal experience, for young scientists who would like to reach success in the area of optics and photonics.

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

III Young Researcher Career Development Workshop

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials»

РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА МЕТАМАТЕРІАЛИ

МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

БІОФІЗИКА

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials»:

organized in the frame of YSC-2008, IRE NASU, Kharkiv, Ukraine

CV: “FIRST STEP TO SUCCESS”

Sergey Mizrakhly¹

¹*Usikov Institute of Radiophysics and electronics
National Academy of Sciences of Ukraine
12, Proskura st., Kharkov, 61085, Ukraine
e-mail: smizrakhly@ire.kharkov.ua*

If you are looking for a job, then it is very important that you understand how to offer yourself in the best way to an employer. This is done by writing a 'CV' (curriculum vitae - Latin for 'life story'), called in many cases as 'resume'.

How long will the average employer spend reading your CV or Resume? Minutes? Try a matter of seconds to make an impact. In sectors other than academic, medical or scientific, it is generally more appropriate to use a short "Resume" which is essentially a brief summary of your experience rather than a true Curriculum Vitae. It will not go into the detail of a CV, and is really a one to two page document that encapsulates your abilities, tantalizing the employer enough to find out more in the all-important interview stage.

So let's make a good CV follow the brief advices described in this report and make first step to successful carrier.

[1] How Make CV – www.google.com

**THE VARIOUS SOURCES OF FUNDING AVAILABLE FOR PROJECTS
IN POLAND**

A. Borkowski¹, M.Gil¹, E. Grzelak², T. Warzocha³

¹ *Department of Optical Fibre Technology, Maria Curie – Skłodowska University, Lublin, Poland*

² *Department of Chromatographic Methods, Maria Curie – Skłodowska University, Lublin, Poland*

³ *Department of Theoretical Chemistry, Maria Curie – Skłodowska University, Lublin, Poland*

e-mail: art.borkowski@gmail.com

There are many Funds Programmes which aid individual young scientists and research groups. Financial support can be obtain from various sources, for example: The European Union, The Foundation for Polish Science (FNP).

International PhD Projects Programme (MPD Programme) - in frame of this programme Foundation finances the scientific research of PhD students and covers expenses of international scientific cooperation.

TEAM Programme – helps to improve involvement of young scientists in projects involving grade students, PhD students and postdoctoral fellows carried out in the best research groups and laboratories in Poland. Projects may be implemented in three thematic areas described as *Bio*, *Info*, *Techno*.

FOCUS Programme – support the most active young scientists with achievements in a research area, it allows scientists to take up original and promising directions in research and provide assistance in the initial stage of building personal research teams.

INNOVATOR Programme – is directed to young scientists and research groups which dispose of new and innovate ideas or patents. The aim of this programme is financial assistance at the implementation level, training in business administration and coaching provided to young scientists.

After accession to the European Union, Poland acquired to derive many funds. These are only examples of various programmes which allow to improve the quality of researches and the number of publication of polish scientists in international journals.

[1] <http://www.fnp.org.pl/>

[2] „Możliwości pozyskania środków finansowych dla młodych naukowców w ramach programów FNP oraz MNiSW” - Politechnika Opolska

[3] http://www.nauka.gov.pl/mn/index.jsp?place=Menu01&news_cat_id=-1&layout=0

THE POSSIBILITIES OF FINANCING POLISH-UKRAINE SCIENTIFIC PROJECTS.

Marcin Endward¹

¹*Gdansk University of Technology*
Faculty of Electronics, Telecommunications and Informatics
Department of Optoelectronics and Electronics Systems
11/12 Narutowicza Str., 80-952 Gdansk, Poland
e-mail: nzwei@o2.pl

The subject of this presentation are the possibilities of financing Polish-Ukraine scientific projects. The whole paper is a review of available sources of financing for the fore mentioned projects and a look at the possibilities and obstacles that researchers face in their work. The paper also briefly describes the Polish laws concerning international projects.

The first part of the paper is a look on the possible benefits from the joined Polish-Ukraine research. The important part of this process is to understand what common gains may we achieve by working together on new technologies and further development of old ones. This section also includes a look at the Polish Hi-Tech sector, the predictions of its growth and the fact that many of the regions are located around universities and scientific centers.

The second part of the paper is the description of sources of grants divided into main categories ranging from government financing [1], [3] to university grants. The paper also shows that there are companies interested in financing scientific projects. The report looks into the possibilities of exchanging university staff between Ukraine and Poland [2][4]. The flow of personnel is one of the most important tasks to complete, for full scale joined projects to take place. This can be financed by a wide variety of grants sponsored by institutions connected to the specific field of research. This is also looked into in this presentation.

The last part of the paper is a summary of Polish law concerning rights to newly developed technologies and laws that protect the interests of scientists and their work. This is an important part of the joined scientific projects and as that it should be carefully examined.

[1] Polish Ministry of Education - <http://www.men.gov.pl/>

[2] Erasmus Programme-<http://www.erasmus.org.pl/>

[3] Polish Information and Foreign Investments Agency - <http://www.paiz.gov.pl/>

[4] Ministry of Science and High Education - <http://www.nauka.gov.pl>

THE VARIOUS SOURCES OF FUNDING AVAILABLE FOR PROJECTS IN UKRAINE

Mikhail K. Khodzitskiy

*Usikov Institute of Radiophysics and electronics
National Academy of Sciences of Ukraine
12, Proskura st., Kharkov, 61085, Ukraine
e-mail: khodzitskiy@ire.kharkov.ua*

This talk is devoted to various sources and forms of funding for young scientists projects in Ukraine. Funding sources in Ukraine are divided into local funds (regional state administration fund, private funds etc.), national funds (National Academy of Sciences of Ukraine fund, Department of education and science fund, Ukrainian President's secretariat fund etc.) and foreign funds (societies funds of IEEE, OSA, SPIE, EuMA, URSI etc.). Funding forms are divided into State budget funding, target research projects/grants funding, fellowships, awards etc. Merits and demerits of each funding form and salary level for each funding form will be shown.

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

III Young Researcher Career Development Workshop

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials»

РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

МЕТАМАТЕРІАЛИ

МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

БІОФІЗИКА

СОВМЕСТНАЯ КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧАЕМОЙ СИСТЕМОЙ РАЗНЕСЕННЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ, В ИНТЕРЕСАХ РАСПОЗНАВАНИЯ

Д.Г. Васильев

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба
61023, г. Харьков, ул. Сумская, 77/79
e-mail: dimon2007-71@mail.ru*

В современной научно-технической литературе рассматриваются вопросы анализа информации о геометрических характеристиках радиолокационных целей, содержащихся в отраженном многочастотном сигнале (МЧС), которые могут быть использованы в качестве признаков распознавания различных классов воздушных целей [1 – 4]. Но для получения достоверной информации о геометрических характеристиках наблюдаемой радиолокационной цели (РЛЦ) необходимо, чтобы в зондирующем сигнале содержалось достаточно большое количество частот, что связано с определенными трудностями при формировании, излучении, приеме и обработке МЧС. Изучение характера информации, получаемой при совместной обработке сигналов, принятых системой разнесенных в пространстве радиолокационных станций (РЛС), работающих на разных частотах одного диапазона длин волн, позволяет сократить количество используемых частот.

В настоящее время существуют РЛС, частоты которых для обеспечения радиоэлектронной совместимости несколько разнесены. В докладе рассматривается совместная корреляционная обработка сигнальной информации о наблюдаемой РЛЦ, получаемой в системе разнесенных в пространстве РЛС, при использовании узкополосных сигналов разных частот одного диапазона волн. В результате было получено выражение для расчета коэффициента взаимной корреляции огибающих квадратов амплитуд отраженных от РЛЦ сигналов с использованием математической модели отражательных характеристик РЛЦ [3, 5]. Установлено, что коэффициент корреляции зависит от количества отражающих элементов на РЛЦ, частот зондирующих сигналов РЛС, угла разноса между РЛС и усредненных на интервале наблюдения продольного и поперечного размеров РЛЦ. На основании полученного выражения можно разработать методы определения геометрических характеристик наблюдаемых РЛЦ при использовании зондирующих узкополосных сигналов в системах разнесенных в пространстве РЛС. Получаемая информация об усредненных геометрических размерах РЛЦ позволяет установить их различие по размерам [3]. Получаемые при совместной корреляционной обработке отраженных от РЛЦ сигналов их геометрические характеристики могут использоваться в качестве дополнительных признаков распознавания воздушных и наземных объектов различных классов.

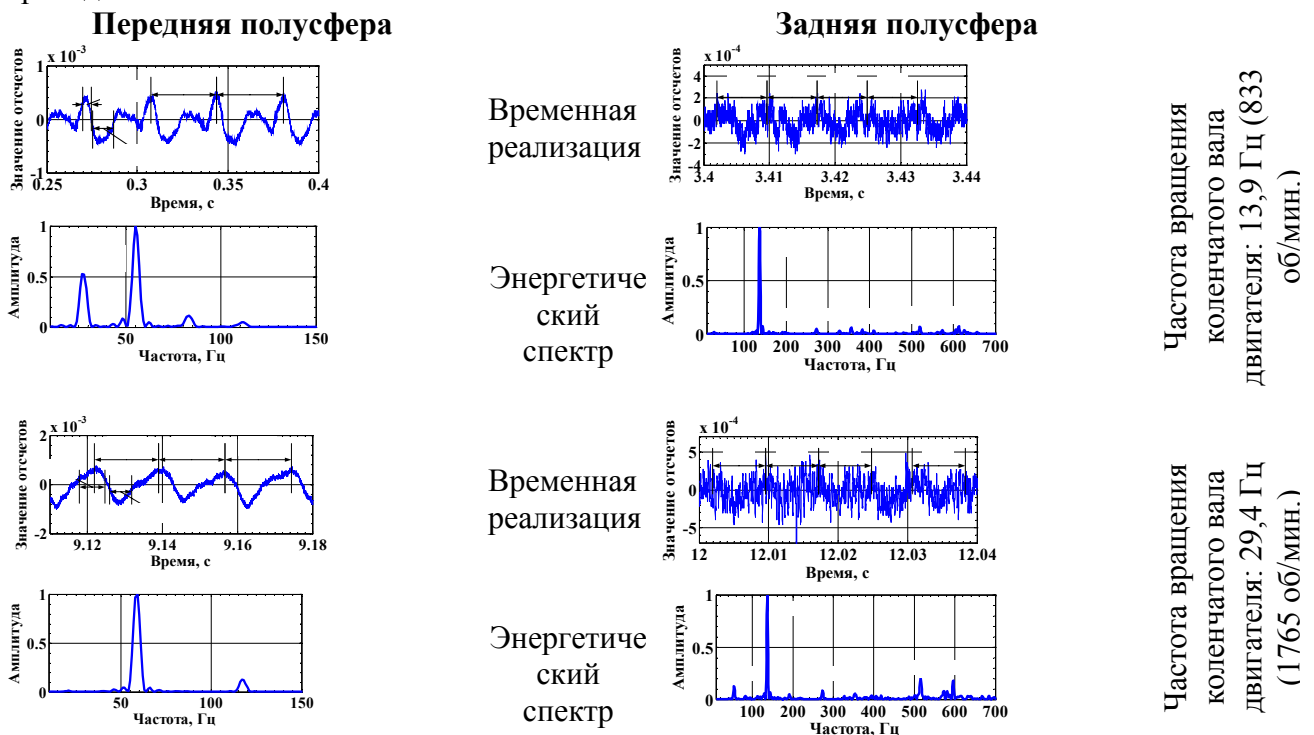
- [1] *Вишин Г.М.* Многочастотная радиолокация. – М.: Радио и связь, 1986. – 183 с.
- [2] *Гьесинг Г.Т.* Радиолокация с адаптирующимся к цели согласованным подсветом: Принципы и приложения. Серия по электронным волнам института электрорадиоинженеров. Том 22. Великобритания: Лондон, 1986. – 103 с.
- [3] *Казаков Е.Л. и др.* Радиолокационные признаки распознавания при многопозиционной локации / Под ред. Е.Л. Казакова. – Х.: АСС – 2005. – 188 с.
- [4] *Казаков Е.Л. и др.* Распознавание целей при многочастотной радиолокации / Под ред. Е.Л. Казакова. – Х.: МОУ, ОНИИ ВС, 2007. – 188 с.
- [5] *Казаков Е.Л.* Статистическая модель радиолокационной цели в сантиметровом диапазоне волн с учетом поляризационных свойств цели на многих частотах // Радиотехника. – 1976. - №4. – С.1-4.

СВЯЗЬ СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ С КОНСТРУКЦИЕЙ И РЕЖИМОМ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ

А.М. Гладышев

*Белорусский государственный университет радиотехники и электроники
220013, г. Минск, ул. П.Бровки, д.6, Республика Беларусь
e-mail: gl_peleng@rambler.ru*

Автотранспортные средства являются основным средством проникновения на территории заповедников и других объектов. Ведение мониторинга местности теле-тепловизионными средствами, а также средствами радиолокации ограничивается условиями прямой видимости и сложным рельефом местности. Акустические средства мониторинга местности в значительной степени лишены данных недостатков. Разработка оптимальных алгоритмов обработки акустических сигналов требует знание спектрально-временных характеристик автотранспортных средств и их связи с конструкцией автомобиля и режимом работы двигателя. В настоящее время в открытых источниках, как правило, автотранспортные средства рассматриваются только как источники шума, воздействующего на человека. Поэтому был проведен эксперимент по записи акустического сигнала легкового автомобиля DAEWOO LANOS 1997 г. Временные реализации акустического сигнала автомобиля в режиме холостого хода двигателя и соответствующие им спектры, приведенные ниже.



На основании анализа временных и спектральных характеристик акустического сигнала автомобиля можно сделать вывод о том, что в задней полусфере при неподвижном автомобиле преобладает шум выхлопа. В спектре шума выхлопа наибольшую мощность имеет вторая гармоника частоты выхлопов, что соответствует данным, полученным некоторыми авторами, например в [1, с.26]. Частота выхлопов однозначно связана с параметрами двигателя следующим соотношением: $f_{\text{выхл}} = f_{\text{кв}} N_{\text{цил}} / k_{\text{дв}}$, где $f_{\text{кв}}$ – частота вращения коленчатого вала двигателя, Гц, $N_{\text{цил}}$ – число цилиндров двигателя, $k_{\text{дв}}$ – коэффициент, равный $k_{\text{дв}} = 1$ для двухтактных и $k_{\text{дв}} = 2$ для четырехтактных двигателей.

ПОЛЕ ИЗЛУЧЕНИЯ РАМОЧНОЙ АНТЕННЫ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ

М.А. Дурманов

*Севастопольский национальный технический университет
99053, г. Севастополь, ул. Университетская 33
e-mail: max_well@i.ua*

До настоящего времени работы, связанные с исследованием затухания поля в ближней зоне излучения сигналов длинноволнового (ДВ) диапазона не достаточно подробно описаны в литературе. Это связано с тем, что в ближней зоне электромагнитная волна только формируется, в процессе чего происходит множество нестационарных процессов. В этом диапазоне радиоволн для всех видов земной поверхности токи проводимости существенно преобладают над токами смещения, благодаря чему при распространении поверхностной волны происходит лишь незначительное поглощение энергии. Длинные волны хорошо дифрагируют вокруг сферической поверхности Земли. Оба эти фактора обуславливают возможность распространения длинных и сверхдлинных волн земной волной на расстояние до 3000 км. Также ДВ могут использоваться для связи с погруженными подводными лодками и для подземной радиосвязи, так как они могут проникать в глубину моря и горной породы на десятки метров.

Важным свойством длинных волн является то, что такие сигналы не испытывают чрезмерного поглощения энергии электромагнитного поля проводящим слоем пород. В связи с этим результаты исследований ближней зоны излучения ДВ могут быть использованы в местах, где существуют проблемы с распространением радиоволн. Например, в шахтах, где существует вероятность обвалов горных пород. Зная структуру и характер изменения поля в пределах ближней зоны, можно определить величину поля в любой точке ограниченного пространства. Это может быть использовано для поиска пострадавших людей в результате обвалов горных пород. В этом случае рабочие дальности составляют не более 100 м. По уровню сигнала от радиомаяка, находящегося непосредственно у объекта поиска, можно определять его местонахождение. Таким образом, целью работы является исследование зависимости затухания поля от расстояния в ближней зоне излучения.

Как говорилось выше, структура поля в ближней зоне очень сложна, так как в этой зоне существует так называемое связанное нестационарное электромагнитное поле. То есть в ближней зоне присутствуют высокий уровень электрической и магнитной составляющей и диаграмма направленности антенны не может быть определена. В ближней зоне, или в зоне индукции, на расстоянии от источника

$$r \leq \frac{\lambda}{2\pi},$$

где λ — длина волны излучаемого сигнала, электромагнитное поле (ЭМП) можно считать квазистатическим. В ближней зоне излучения электромагнитная волна еще не сформирована. Для характеристики ЭМП измерения напряженности переменного электрического поля E и переменного магнитного поля H производятся раздельно. Поле в зоне индукции служит для формирования бегущих составляющей полей (электромагнитной волны), ответственных за излучение и прием сигнала.

В данной работе рассмотрен подход для определения изменения магнитной составляющей ЭМП в ближней зоне. Для этого была рассмотрена система, состоящая из двух антенных катушек с ферритовым сердечником. Данная система позволила определить аналитически зависимость изменения напряженности магнитного поля от расстояния. Также были проведены экспериментальные исследования, которые в целом подтвердили выбранный метод расчета.

ВЛИЯНИЕ НЕГАУССОВОСТИ МОРСКОГО ВОЛНЕНИЯ И ЗАТЕНЕНИЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЧ РАДИОВОЛН В ВОЛНОВОДЕ ИСПАРЕНИЯ

Ю.В. Левадный, В.К. Иванов, В.Н. Шаляпин

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: yulev@ire.kharkov.ua*

Для прогнозирования распространения радиоволн над морем широкое распространение получил split-step метод решения параболического уравнения [1], который позволяет учитывать как неоднородность подстилающей поверхности, так и высотную и дистанционную зависимость коэффициента преломления. При распространении СВЧ-радиоволн над морем, существенное влияние на распределение электромагнитного излучения оказывает степень взволнованности морской поверхности. Для учета ее влияния в split-step методе на основании метода касательной плоскости вводится эффективный коэффициент отражения, который является произведением коэффициент отражения Френеля и множителя, учитывающего влияние морского волнения. При стандартном подходе в методе касательной плоскости предполагается полная освещенность морской поверхности, а также гауссова статистика её возвышений. В реальной ситуации имеются как затенения, так и отличие от гауссового распределения вероятности, что приводит к погрешностям при расчете распространения радиоволн. Достаточно существенное влияние эти эффекты оказывают при наличии вблизи поверхности «инверсионных слоев», обуславливающих многократное переотражение.

В данной работе, на основании методики учета затенений Фабро [2] и методики учета негауссовости Христова [3], проведено сравнение влияние этих эффектов на распространение радиоволн СВЧ диапазона в волноводе испарения. Приведены результаты численных экспериментов, которые учитывают эффекты затенения и негауссовости, и позволяют сравнить результаты расчетов с экспериментально наблюдаемыми зависимостями.

- [1] *Levy M.* Parabolic equation methods for electromagnetic wave propagation // IEEE, London, 2000, 337p.
- [2] *Fabbro V., Bourlier C., Combes P.F.* Forward propagation modelling above gaussian rough surfaces by the parabolic wave equation: introduction of shadowing effect // Progress in electromagnetic research. 2006. - 58, - P. 243-269.
- [3] *Hristov T.S., Anderson K.D., Friehe C.A.* Scattering properties of the ocean surface: the Miller-Brown-Vegh Model Revisited // IEEE Trans. on Antennas Propag. - 2008. - 56, N. 4. - P. 1103-1109

ИЗУЧЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ГРОЗОВЫХ ОБЛАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПЛЕРОВСКИХ РЛС

Луценко И.В., Луценко В.И.

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины

61085, г. Харьков, ул. ак. Проскуры -12

e-mail: lutsenko@ire.kharkov.ua, il2@ire.kharkov.ua

Многие атмосферные явления представляют опасность для воздушного и морского транспорта. Одним из таких опасных явлений является сдвиг ветра - изменение вектора ветра (скорости и направления ветра) на единицу расстояния. Сдвиг ветра является показателем неустойчивости состояния атмосферы, способной вызывать болтанку самолета, создавать помехи полетам и даже – при некоторых значениях его величины – угрожать их безопасности. Определение вертикального сдвига ветра в районе аэродрома – одна из сложных проблем авиационной метеорологии. Обычные технические средства определения скорости ветра на высотах для этого непригодны из-за слишком больших погрешностей. Бортовое оборудование самолетов позволяет только качественно определить наличие сдвига ветра на глиссаде, без точной его количественной оценки. Для точного же расчета вертикального сдвига ветра используются установленные экспериментальным путем зависимости между скоростью и направлением ветра на различных уровнях в условиях данного аэродрома. В настоящем сообщении предложено использовать для определения параметров сдвига ветра данные зондирования грозowych облаков когерентно импульсным радиолокатором.

Эксперименты проведены на когерентно – импульсном радиолокаторе с длиной волны излучения 2см, с шириной диаграммы направленности около 2° по азимуту и 5° – углу места. Облучение пространства и прием отраженных сигналов осуществлялись на вертикальной поляризации. Для оценки турбулентности воздушных масс можно использовать моментные характеристики, полученные по спектрам рассеянного сигнала.

Если спектр скоростей движения рассеивателей $S(V, R, \theta, \beta)$ где скорость, пересчитанная через доплеровское смещение частоты $V = \frac{\lambda f}{2}$, тогда зависимость m моментной характеристики спектра $I_m(R, \theta, \beta)$ от пространственных координат определяется соотношением $I_m(R, \theta, \beta) = \int_0^{\infty} V^m S(V, R, \theta, \beta) dV$, на основании которого могут быть посчитаны средняя интенсивность $I_0(R, \theta, \beta)$, скорость - $V_0(R, \theta, \beta)$ и дисперсия разброса скоростей рассеивателей $\sigma_V^2(R, \theta, \beta)$. Определение сдвиговых характеристик скорости ветра может быть основано на вычислении невязки между средней скоростью для конкретного азимутального угла облучения и ее скользящим средним для выбранного окна усреднения по азимуту по нескольким периодам обзора. Уклонение скорости движения частиц гидрометеоров от среднего по азимутальным углам и периодам позволяет обнаружить зоны неоднородности поля скоростей ветра, представляющие опасность для авиации. Совместный анализ интенсивности рассеяния, скорости перемещения воздушных масс и среднеквадратичного значения турбулентных пульсаций скорости рассеивателей позволяют оценить очаги грозовой активности, представляющие наибольшую опасность.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ СПУТНИКОВ GPS ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ.

Луценко И.В., Луценко В.И., Синицкий В.Б., Тарнавский Е.В.

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины

61085, г. Харьков, ул. ак. Проскуры -12

e-mail: lutsenko@ire.kharkov.ua, il2@ire.kharkov.ua

Эффективность работы различных радиотехнических систем зависит от условий распространения радиоволн, определяемых состоянием атмосферной рефракции. Долгое время традиционными способами определения коэффициента преломления были контактные измерения атмосферных параметров с помощью метеорологических датчиков или непосредственные рефрактометрические измерения. В последние десятилетия активно разрабатываются методы неконтактного зондирования атмосферы: радиометрический, радиолокационный, метод радиопросвечивания и др. Они выгодно отличаются от контактных возможностью более эффективного обзора обширных территорий, скоростью получения информации, методическими удобствами.

Одним из таких методов может быть метод радиопросвечивания с использованием излучения ИСЗ. Предпосылкой метода является связь между искажениями параметров сигнала при движении источника и мерой атмосферной рефракции. Цикл работ, выполненных над морем, показал высокую степень корреляции эффективных градиентов, полученных по уровням сигналов с положениями точки захода и минимумов интерференционной структуры поля сигналов, излучаемых GPS. При диагностике тропосферной рефракции над поверхностью суши, которая отличается от морской поверхности большей неоднородностью, а также обладает значительной шероховатостью, дела обстоят сложнее. На море наличие провалов в интерференционной структуре поля определяется взаимодействием прямого сигнала, зеркально отраженного от поверхности моря и приподнятых инверсионных слоев. Над сушей поле в точке приема формируется, кроме этого еще и случайными - диффузными отражениями от ее неровностей. При движении спутника по орбите может происходить смена диффузных рассеивателей, что усложняет получаемую интерференционную картину поля и делает невозможным по ней восстановление профиля коэффициента преломления. В связи с этим нами предложен метод оценки тропосферной рефракции над сушей, использующий радио заходы навигационных спутников системы GPS. Получены расчетные соотношения, связывающие углы визирования спутника с эффективными градиентами коэффициента преломления в просвечиваемом слое тропосферы, сделанные в рамках модели эквивалентного радиуса Земли. Результаты расчетов сопоставлены с экспериментально полученными данными по углам захода спутников. Поскольку на сигнал принятый от ИСЗ влияют отражения от неровностей поверхности, при анализе углов захода спутников предпринята попытка учета рельефа местности. Приведены примеры использования излучений телевизионных центров и искусственных спутников Земли для диагностики приземного слоя тропосферы.

Метод радиопросвечивания атмосферы с использованием излучения ИСЗ обеспечивает измерение параметров тропосферы с периодом обсервации спутников. Совместное использование сигналов, излучаемых телевизионными центрами и ИСЗ, позволит осуществить непрерывный контроль состояния тропосферы.

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОСЕЩАЕМОСТИ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ BLUETOOTH

А. Э. Мазго, П. В. Петров, Д. В. Бобров, Н. Н. Кольчевский

*Белорусский государственный университет
220030, г. Минск, пр. Независимости, 4
e-mail: kolchevsky@bsu.by*

Стандарт Bluetooth предназначен для обеспечения взаимодействия низкоскоростных (со скоростью передачи данных до 700 Кбит/с) маломощных устройств, к которым относятся портативные компьютеры, “карманные” компьютеры PDA, сотовые телефоны и т.д. Устройства оснащенные Bluetooth, появившиеся с 2000 года, получают все большее и большее распространение. Анализ рынка сотовых телефонов показывает, что 99 % процентов студентов имеют сотовый телефон или портативный компьютер оснащенный радио-модулем Bluetooth. Радиосвязь Bluetooth осуществляется в диапазоне 2.4—2.48 ГГц, который свободен от лицензирования. Использование радио-модулей Bluetooth является бесплатным и позволяет автоматизировать учебный процесс.

Аппаратные средства Bluetooth могут использоваться для создания временной сети, в которой устройства соединяются друг с другом в течение времени, необходимого для передачи данных. Спектр сигнала формируется по методу частотных скачков. Последовательность переключения между частотами для каждого соединения является псевдослучайной, время переключения составляет 625 мкс, что позволяет работать одновременно нескольким приёмнико-передатчикам. Без помехоустойчивого кодирования это обеспечивает передачу данных со скоростями 723,2 Кбит/с с обратным каналом 57,6 Кбит/с, или 433,9 Кбит/с в обоих направлениях. Радиосигнал Bluetooth надежно распространяется на расстояние около 10 - 100 м. В отличие от инфракрасной технологии, прямая видимость для передачи данных не требуется. Экспериментальные исследования показывают принципиальную возможность организации Bluetooth сети для 50-100 пользователей в учебной аудитории.

Целью данного исследования являлась разработка системы дистанционного мониторинга посещаемости лекционных занятий на основе технологии Bluetooth. Разработка программного обеспечения велась в среде Delphi. Разработанное программное обеспечение совместимо с BlueSoleil, Microsoft и WidComm драйверами Bluetooth и совместимо со всеми версиями Windows. В программе реализованы функции по обнаружению и подключению Bluetooth устройств. Программа имеет режим обучения, заключающаяся в установлении соответствия между логическим именем телефона и фамилией его владельца. При запуске программа автоматически устанавливает соответствие телефон-владелец и создает динамический документ о присутствующих на лекции студентах. Обсуждаются возможности разработанной системы и возможности создания динамических интерактивных сетей на основе компьютеров и мобильных устройств.

РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ ШИРОКОПОЛОСНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА КРУГОВОЙ И ЛИНЕЙНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

С.А. Смирнов

Днепропетровский национальный университет
49000, г. Днепропетровск, пер. Научный, 13
e-mail: ovsyan_viktor@mail.ru

В настоящее время уделяется большое внимание реконфигурируемым антенным системам [1,2]. В данной работе исследованию подвергалась реконфигурируемая дискоконусная восьмилучевая антенная решётка (АР) с емкостными элементами и электронным управлением формирования диаграммы направленности.

Методы исследований АР основаны на предварительной оценке влияния включения емкостных элементов в излучающие ветви проводников приближенным методом эквивалентной длинной линии с последующей оценкой и оптимизацией параметров излучателей АР строгим электродинамическим методом.

По результатам исследований был предложен оптимальный вариант дискоконусной АР, изображённый на рис. 1. Зависимость КСВН от частоты для этой АР показана на рис. 2.

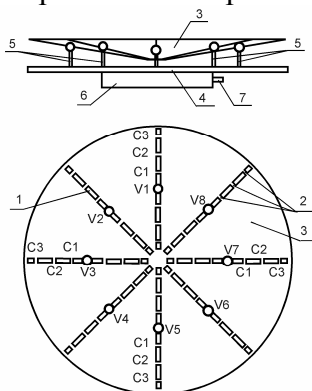


Рис. 1 – Дискоконусная широкополосная реконфигурируемая АР :
1 – вибратор; 2 – емкостной элемент; 3 – диэлектрическая подложка; 4 – экран; 5 – элементы крепления; 6 – устройство питания и управления; 7 – входной разъем

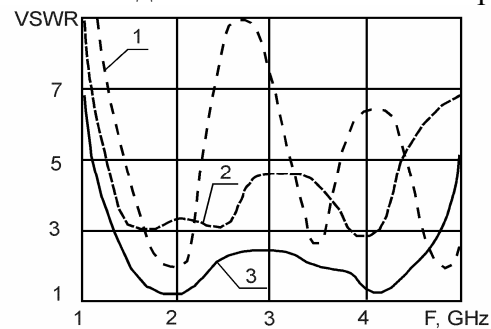


Рис. 2 – Зависимость КСВН от частоты:
1 – АР без включенных емкостных элементов;
2 – АР с емкостными элементами;
3 – АР с емкостными элементами и согласующими устройствами.

Таким образом, новая конструкция реконфигурируемой дискоконусной широкополосной АР обеспечивает увеличение параметра широкополосности $\eta = \frac{f_h - f_l}{f_h + f_l}$ до 0,50, то есть, позволяет достигнуть расширения относительной полосы пропускания до 100 % при введении шести емкостных элементов в каждый вибратор. С помощью устройства питания и управления АР можно задействовать при работе не только восемь вибраторов, но и любое их число с различными фазами и амплитудами токов на вибраторах, что делает АР легко управляемой и универсальной в применении.

Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора каф. ЭСТ ДНУ Овсяникова В.В.

- [1] Ягофаров Т. IDF Spring 2007: Репортаж из столицы поднебесной / Т. Ягофаров // Компьютерное обозрение. – 2007. – №17–18(586). – С.24–39.
[2] Nikolas S. Voros System level design of reconfigurable systems-on-chip / Nikolas S. Voros, Konstantinos Masselos. – Springer, 2005.–232 p.

ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОВОЙ СТРУКТУРЫ СИГНАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА ПО ГЛУБИНЕ ПРИ ПОДПОВЕРХНОСТНОМ ЗОНДИРОВАНИИ

А.В. Сугак

*Институт радиопроизведения и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: sugak@ire.kharkov.ua*

В современных радиолокационных систем подповерхностного зондирования, предназначенных для решения задач инженерной геологии, требуется поиск новых математических алгоритмов обработки сигналов для решения задачи оценки физических характеристик слоев грунта и отдельных неоднородностей как природного, так и естественного характера.

В работе рассматривается возможность использования фазовой структуры отраженных сигналов для оценки распределения влажности по глубине на примере зондирования структуры грунта дамбы пруда-накопителя шахтных вод в окрестности г. Павлоград (Украина). Эта возможность реализуется при использовании зондирующего сигнала с пошаговым изменением его несущей частоты (ПИНЧ) и измерении квадратурных составляющих принимаемого сигнала на выходе фазового детектора приемника георадара.

После применения преобразования Фурье к квадратурным составляющим сигналов мы получаем выражение для комплексной спектральной плотности: $\dot{S}(\Omega) = |S(\Omega)| \exp(\varphi(\Omega))$, где $|S(\Omega)|$ - модуль спектральной плотности, $\varphi(\Omega)$ - фазовый спектр отраженных сигналов.

В этом выражении фазовый спектр характеризует зависимость фазы спектральных компонент сигналов, отраженных от неоднородностей в подповерхностном пространстве, от частоты (которая в данном случае пропорциональна глубине).

Показано, что фазовый спектр сигналов в нашем случае выражается простой формулой:

$$\varphi(d_p) = -j \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \left(\frac{\sigma(\omega)}{\omega \varepsilon_a(\omega)} \right)^2} d_p, \text{ где } d_p - \text{ дискретное значение глубины, } \sigma(\omega) - \text{ удельная}$$

проводимость среды, $\varepsilon_a(\omega)$ - диэлектрическая проницаемость среды, ω - круговая частота.

При выводе информации о фазовом спектре на дисплей, его изолинии, соответствующие максимальным значениям фазы $n2\pi$, где $n = 1 \dots N$, изображаются затемненными линиями. По расстояниям между соседними изолиниями и по их искривлению можно судить об изменчивости объемной влажности по глубине и вдоль трассы движения георадара. На рис. 1 представлено изображение распределения фазовой структуры сигналов по глубине вдоль трассы движения георадара по дамбе, а на рис. 2 - распределение объемной влажности по глубине в сечении средней части дамбы, полученное численным методом решения итерационной задачи ее определения по расстоянию между соседними изолиниями фазового спектра и компьютерного моделирования.

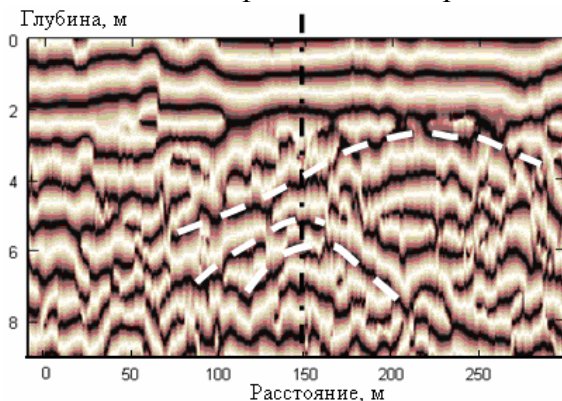


Рис. 1 Изображение фазовой структуры сигналов



Рис. 2 Распределение объемной влажности

НАБЛЮДЕНИЕ РЕАКЦИИ ИОНОСФЕРЫ НА СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ
1 АВГУСТА 2008 ГОДА.

Ю.В. Черняк, В.Н. Лысенко

*Институт ионосферы НАН и МОН Украины
610002, г. Харьков, ул. Краснознаменная, 16
e-mail: therniak@kpi.kharkov.ua*

Солнечные затмения дают уникальную возможность изучения особенностей взаимодействия верхней атмосферы Земли с солнечным излучением. Происходящие во время солнечного затмения ионосферные процессы еще не изучены в должной мере, поскольку мощные диагностические средства редко оказываются в районе затмения с высокой степенью закрытия солнечного диска в периоды спокойных геомагнитных условий. Наиболее полную диагностику этого явления позволяют осуществлять радары некогерентного рассеяния. При исследовании ионосферы установками некогерентного рассеяния непосредственно измеряются спектр мощности (или автокорреляционная функция) рассеянного сигнала. С помощью процедуры обработки принятого сигнала можно оценить большинство ионосферных параметров – концентрацию и температуру электронов и ионов, скорость дрейфа плазмы и пр.

Ионосферные эффекты солнечного затмения 1 августа 2008 г на радаре в Харькове исследовались с высоты 100 км. Для решения задачи одновременного определения N_e в E и F областях ионосферы использован двухчастотный измерительный канал, обеспечивший получение высотных зависимостей мощности и комплексной корреляционной функции с разрешением 90 км мощности с разрешением 10 – 20 км.

Солнечное затмение 1 августа 2008 года над точкой наблюдения было частным. Максимальный процент покрытия видимого солнечного диска составил ~ 44.5%. Затмение наблюдалось с 9ч 12мин (первое касание) до 11ч 21 мин по UT (с 12ч 12мин до 14ч 21 мин по местному времени). Максимальная фаза затмения была зарегистрирована в 10ч 15 мин UT (13ч 15 мин по Киевскому времени). Полная длительность частичного солнечного затмения над Харьковом составила 2 ч 08 мин. Затмение происходило при низкой солнечной активности в спокойных геомагнитных условиях. ($K_p=1$, variations of Dst did not exceed 15 nT). Затмение над Харьковом происходило в послеполуденные по местному времени часы, т.е. в условиях сформировавшегося стационарного дневного $F2$ – слоя ионосферы. По мере покрытия солнечного диска уменьшение падающего потока солнечного излучения вызывает нарушение равновесия между процессами ионообразования, потерь и переноса плазмы. Поведение N_e сводится к ее уменьшению с небольшой задержкой по мере увеличения фазы покрытия солнечного диска, вплоть до максимальной фазы затмения, после чего концентрация практически восстанавливается. Наибольшее падение N_e (на фоне отличия, наблюдаемого до начала затмения) отмечается в максимуме слоя и на высотах 250 и 300 км, что свидетельствует о преобладании процессов потерь вблизи максимума слоя $F2$ после начала затмения. Выше 400 км электронная концентрация заметно не меняется. На высоте максимума $F2$ -слоя температура электронов понизилась на 100-200 К, изменений в поведении температуры ионов не наблюдалось. В целом поведение ионосферы характеризуется кратковременным переходом к вечерним условиям.

Приводятся высотные зависимости электронной концентрации и температур плазмы до начала, в максимальной фазе и после окончания затмения. Проведено сравнение с результатами наблюдений реакции ионосферной плазмы на ближайшее по времени солнечное затмение 29 марта 2006 года.

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

III Young Researcher Career Development Workshop

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials

РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

МЕТАМАТЕРІАЛИ

МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

БІОФІЗИКА

ОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРИСТАЛЛОВ СУЛЬФИДА ЦИНКА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЗВУКОВЫХ ВОЛН

А. А. Горбань, С. А. Омельченко, М. Ф. Буланый, В.А. Оголь

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
e-mail: agor@ukr.net

Использование кристаллов сульфида цинка в качестве звукопроводящих сред ставит целый ряд задач связанных с выяснением физики процессов взаимодействия звуковой волны с различными дефектами. Изучение таких взаимодействий возможно при использовании в качестве дефектов естественных или искусственно введенных зондов (центров люминесценции или парамагнитных ионов).

В данной работе исследовано влияние ультразвуковых колебаний на люминесцентные свойства сульфида цинка легированного марганцем, выращенного из расплава под давлением инертного газа.

Для создания знакопеременных механических нагрузок к образцу прикладывались ультразвуковые (УЗ) колебания. УЗ колебания возбуждались в керамическом пьезопреобразователе из цирконат-титаната свинца и с помощью алюминиевого концентратора подводились к образцу.

В спектрах фотолюминесценции исследуемых образцов, при возбуждении светом с длиной волны 337 нм, наблюдается две полосы свечения: голубая ($\lambda = 460$ нм – самоактивированная люминесценция, обусловленная примесями и дефектами в объеме кристалла) и оранжевая ($\lambda = 585$ нм – полоса излучения примесных ионов марганца). Введение ультразвука не оказывает заметного влияния на ширину и форму спектра излучения, поэтому измерялись зависимости интенсивности максимума люминесценции от времени воздействия ультразвука. Интенсивность голубой полосы люминесценции при действии УЗ колебаний экспоненциально уменьшается до $\sim 75\%$ от первоначального значения. После выключения ультразвука интенсивность люминесценции восстанавливается, но не полностью (рис. 1б). Известно, что центры голубой люминесценции в сульфиде цинка являются центрами сенсibilизации, и являются основными источниками энергии для центров оранжевой люминесценции. Это дает возможность предположить, что изменения оранжевой люминесценции при действии ультразвука должны быть похожи на изменения голубой полосы. Именно такой характер изменений и наблюдается экспериментально (рис.

1а).

При возбуждении фотолюминесценции светом с длиной волны соответствующей максимуму в спектре возбуждения марганца в сульфиде цинка (495 нм) спектр свечения представляет собой одну полосу с максимумом – 585 нм. При воздействии ультразвука изменений в спектрах люминесценции не наблюдается.

Анализ полученных данных позволяет сделать выводы о местах локализации центров свечения в кристаллической решетке и о процессах резонансной передачи энергии от центров сенсibilизации к центрам люминесценции.

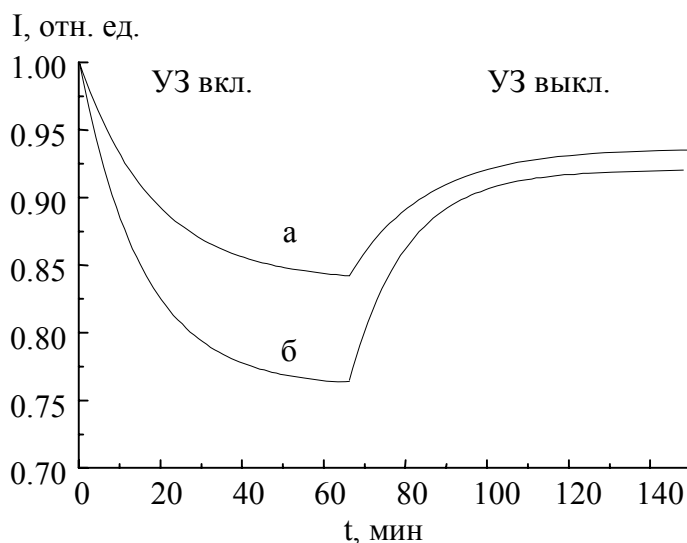


Рис. 1. Зависимость интенсивности люминесценции от времени действия УЗ (а - $\lambda_{\text{макс}}=585$ нм, б - $\lambda_{\text{макс}}=460$ нм).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТАЦИОНАРНОЙ ФОТОПРОВОДИМОСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕОСНОВНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ПЛАСТИНАХ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

М.В. Кириченко, Р.В. Зайцев, В.Р. Копач

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
61002, г. Харьков, ул. Фрунзе 21
e-mail: kirichenko_mv@mail.ru*

К основным электронным параметрам, определяющим КПД фотоэлектрических преобразователей (ФЭП), относятся время жизни τ и диффузионная длина L неосновных носителей заряда (ННЗ) в их базовых слоях [1]. Ранее нами было проведено исследование указанных параметров на различных этапах оптимизации конструктивно-технологического решения ФЭП отечественного производства [2], которое показало, что существующий технологический процесс приводит к заметному снижению времени жизни ННЗ даже при использовании кремния с исходным $\tau \geq 100$ мкс.

В связи с изложенным, а также с учетом дефицита и дороговизны высококачественного кремния, приобретает актуальность вопрос контроля времени жизни ННЗ в исходных пластинах кремния различных марок, а также апробация способов повышения τ в пластинах кремния изначально обладающих низким временем жизни ННЗ.

Исследовались пластины монокристаллического кремния марок КЭФ-4,5 и КДБ-7,5 n- и p-типа проводимости, соответственно, площадью 1 см^2 . При этом с целью улучшения параметров ННЗ часть образцов была подвергнута отжигу на воздухе при температуре 900°C в течении 3 ч, а часть помимо отжига подвергалась глубокому химическому травлению в кипящем NaOH для утонения от исходных 400 мкм до толщин в пределах 65-175 мкм.

Определение параметров ННЗ проводилось методом стационарной фотопроводимости, в качестве источника светового потока использовался универсальный светодиодный осветитель [3], излучающий монохроматический свет в диапазоне длин волн 370-960 нм.

Установлено, что проведение такого отжига при температуре 900°C в течении 3 ч приводит к росту времени жизни ННЗ от 12 до 35 мкс в приповерхностных областях исследованных кремниевых пластин толщиной $20 \div 40$ мкм. Это может быть объяснено интенсивным геттерированием фоновой примеси и собственных точечных дефектов из указанных областей в образующийся на поверхностях таких пластин собственный оксид кремния. Показано, что утонение подвергнутых отжигу пластин кремния путем глубокого химического травления в NaOH способствует спаду τ в приповерхностной области до 70% от своего значения в объеме, тогда как в неутоненных образцах значения τ в приповерхностных областях не превышают 5 % от их значений в объеме. Это можно объяснить избавлением образцов в процессе травления от глубоких микротрещин и других дефектов исходной механической обработки пластин кремния, которые вносят значительное количество рекомбинационных центров в приповерхностный объем монокристаллической пластины.

[1] Möller H.J. Semiconductors for solar cells. – Boston: Artech House, 1993.

[2] Зайцев Р.В., Кириченко М.В., Копач В.Р. Параметры неосновных носителей заряда в базовых кристаллах кремниевых фотопреобразователей // VII Харківська конференція молодих науковців «Радіофізика та електроніка». Програма та збірка анотацій, ІРЕ НАНУ, Харків, Україна. – 12–14 грудня 2007 р. – С. 75/145.

[3] Кіріченко М.В., Зайцев Р.В., Копач В.Р., Хрипунов Г.С., Лісачук Г.В. Світлодіодний освітлювач. Патент на корисну модель № 33676. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 10.07.2008. Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня 10.07.2008, Бюл. № 13.

РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВИН.

Е.В. Кривенко¹, А.Я. Кириченко¹, В.И. Луценко¹, Г.В. Голубничая¹, Т.А. Жилиякова²

Институт радиофизики и электроники им. А.Я.Усикова НАН Украины

ул. Ак. Проскуры, 12, г. Харьков – 61085, Украина

²Национальный институт винограда и вина "Магарач" УААН

ул. Кирова, 31 г. Ялта-98600, АРК, Украина

e-mail:talvi@ukr.net

Среди методов измерения диэлектрических характеристик жидкостей в СВЧ и КВЧ диапазонах, использующих металлические волноводы, особое место занимает метод, основанный на резонансной измерительной ячейке, созданной в волноводе с капилляром, заполняемым жидкостью, получившей название капиллярно-волноводный резонатор [1]. Данная работа рассматривает возможность применения капиллярно-волноводного резонатора для измерения диэлектрических характеристик вин с малыми концентрациями спирта (от 10,7% до 11,6%), для которых стандартные волноводные методы обладают низкой эффективностью.

Экспериментальные исследования проводились с 12 образцами виноматериалов с различным содержанием спирта и сахара, а также несколькими образцами фальсификата вина. Изучались параметры резонансного поглощения электромагнитной энергии волноводной моды H_{10} (частота, добротность и максимальное затухание сигнала) винами и фальсификатом, которыми заполнялся капилляр в капиллярно-волноводном резонаторе. Полученные в результате эксперимента данные позволяют сделать вывод о высокой чувствительности используемой электродинамической структуры к малым изменениям концентраций спирта и примесей, что дает возможность использовать капиллярно – волноводный резонатор в качестве ячейки диэлектromетра. Сравнительный анализ экспериментально полученных характеристик вин и винофальсификата показал, что используемый метод перспективен для разработки датчиков измерения комплексной диэлектрической проницаемости вин, в том числе для оперативного контроля на этапе их производства.

[1] *Е.В. Беляков, А.М. Храпко* Ячейка для измерения параметров жидких диэлектриков
// А.С. № 1307315 СССР, G01 N 22/00. 1987. Бюл.№16

ОБРОБКА СИГНАЛУ ГАЗОВОГО СЕНСОРА ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДА КАСКАДНОЇ КОРЕЛЯЦІЇ

О.Ю. Ляшков, І.В. Гомілко, Т.М. Булана

Дніпропетровський Національний університет ім. О.Гончара
49000, г. Дніпропетровськ, пр. Науковий, 13
e-mail: tbula@ua.fm

Сенсори газу можуть бути побудовані на основі як традиційних напівпровідникових елементів (резисторів, діодів, МДН-пристроїв), так і у вигляді первинних перетворювачів у складі гібридних структур (пристрої на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ), оптичні сенсори).

Одними з найбільш поширених є сенсори резистивного типу. Для сенсорів на основі окисів металів як чутливий матеріал застосовують SnO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , WO_3 , Co_3O_4 . На поверхні цих напівпровідників при хемосорбції кисню виникає локальний заряд, утворений захопленими електронами, що призводить до збіднення приповерхневої області напівпровідника. Відповідно його повна провідність, в якій домінуючу роль відіграє поверхнева компонента, досить мала. Коли ж адсорбується інший газ, який каталітично взаємодіє з хемосорбованим киснем, провідність приповерхневої області напівпровідника суттєво збільшується. Швидкість цих процесів та їх зворотність залежать від температури, яка повинна бути порядку кількох сотень градусів.

Зразки, що використовувались в даній роботі, виготовлялись з порошків ZnO і Ag_2O субмікронного розміру. Сполуки ретельно перемішувались у воді. Вміст добавки оксиду срібла складав 2% по масі. Потім шихта пресувалася при тиску 100 МПа у вигляді дисків, та випалювалася при температурі 900°C в повітряній атмосфері протягом 1 години.

Важливим параметром для матеріалів, які досліджуються для застосування в якості газових сенсорів є часові залежності електропровідності матеріалу при його знаходженні в атмосфері, яку вивчають. Ці залежності суттєво відрізняються для різних спиртів.

Розроблена модель обробки сигналу газового сенсора вивчає часові залежності електропровідності в різному газовому оточенні при різних парціальних тисках. При вирішенні задач пов'язаних з обробкою сигналів газових сенсорів нейромереві алгоритми дозволяють значно скоротити кількість образів, які необхідно записати при навчанні сенсора. Модель обробки даних на базі каскадної кореляції, що сама будує свою топологію, будується в такий спосіб. Дані, що надходять із елементів сенсора, послідовно обробляються в наступних блоках побудови нейромереві:

1. Каскадна кореляція починає з мінімальної нейронної мережі, що складає тільки з вхідного і вихідного шарів. Обидва шари — повнозв'язні, тобто існують усі можливі зв'язки між усіма вузлами при обліку обмежень, що накладаються на мережі прямого поширення;
2. Навчаються звичайним алгоритмом усі зв'язки, що ведуть до вихідного шару доти, поки помилка не перестає зменшуватися;
3. Створюються так названі вузли-кандидати. Кожен вузол-кандидат зв'язан із усіма вхідними шарами і з всіма існуючими схованими вузлами. Між вузлами-кандидатами і вихідними вузлами зв'язок відсутній;
4. Виробляється спроба максимізувати кореляцію між залученням вузлів-кандидатів і залишковою помилкою мережі, навчаючи зв'язок, що ведуть до вузлів-кандидатів. Навчання відбувається за допомогою звичайних алгоритмів. Навчання припиняється, коли показники кореляції перестають поліпшуватися;
5. Вибирається вузол-кандидат з максимальною кореляцією, фіксуються ваги його вхідних зв'язків, і він додається в мережу. Для перетворення вузла-кандидата в схований вузол створюються зв'язки між ним і вихідними вузлами. Повертаємося до пункту 2.

Таким чином, була побудована нейронна мережа, яка містила 3 нейрона та похибка визначення не перевищує 96%, що свідчить про адекватність моделі. Розроблена інформаційна технологія дозволяє визначити невідомий спирт по частині кінетичної залежності.

ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В КРИСТАЛЛАХ ЛИТИЙ-НАТРИЕВОГО ТЕТРАГЕРМАНАТА, ЛЕГИРОВАННЫХ МАРГАНЦЕМ

К.С. Омельченко, М.Д. Волнянский

*Днепропетровский национальный университет
им. Олеса Гончара
49010, г. Днепропетровск, пр. Гагарина 72
e-mail: omelchenko@ua.fm*

Цель данной работы заключалась в получении спектроскопических данных, которые вместе с результатами исследований ЭПР позволили бы ответить на вопросы о зарядовом состоянии и возможных местах локализации примесных ионов марганца в кристаллической решетке кристаллов $\text{LiNaGe}_4\text{O}_9$, выращенных из расплава по методу Чохральского. Следует отметить, что в данных кристаллах подобные исследования проводятся впервые.

Фотолюминесценция (ФЛ) исследуемых кристаллов возбуждалась при $T = 300\text{K}$ и $T = 77\text{K}$ в каждом из двух максимумов, установленных по спектрам возбуждения люминесценции (СВЛ). Характер спектров ФЛ, которые оказались очень сложными, и состоящими не менее чем из семи четких полос излучения, определялся выбором длины волны возбуждающего света. На рисунках 1 и 2 представлены типичные спектры ФЛ ионов марганца при возбуждении длинами волн 471 нм (рис 1) и 385 нм (рис. 2)

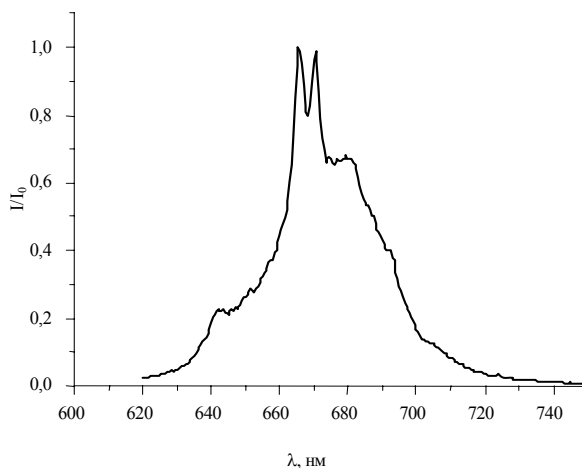


Рис. 1

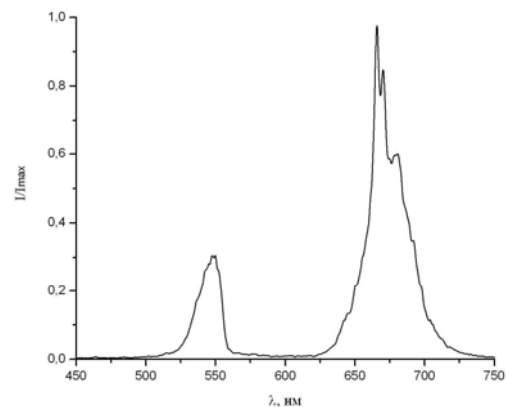


Рис. 2

Обнаружена и исследована зависимость интенсивности полос фотолюминесценции от поляризации возбуждающего света.

В работе приводятся и обсуждаются данные о том, что при определенных энергиях возбуждения, некоторые полосы в спектре ФЛ марганца расщепляются при действии на образец внешнего магнитного поля.

Представленные в данной работе экспериментальные результаты свидетельствуют о наличии в исследуемых кристаллах не менее двух различных типов марганцевых центров люминесценции.

МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНА ТЕОРІЯ ЗВУКУ В АМОРФНОМУ ТВЕРДОМУ ТІЛІ

А.А. Ступка

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
49010, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72
e-mail: antonstupka@mail.ru

Як відомо, в аморфному (безструктурному) твердому тілі можливі як повздовжні, так і поперечні звукові хвилі. Останні мають зсувну природу і пов'язанні з коливаннями момента імпульса [1]. Для виникнення зсувної хвилі необхідно пружному тілу надати деякий початковий момент імпульса. Наявність момента імпульса у заряджених частинок спричиняє наявність магнітного момента. Для простоти розглядатимемо чисту речовину (однакові атоми). При звукових частотах вважатимемо ефективно розділеними електрони і ядра. У твердому тілі електрони утворюють квантову Фермі-рідину. Взаємодія враховується шляхом запровадження ефективної маси електрона m_e^* у виродженому Фермі-газі. Оскільки на міжатомних відстанях діють тільки електромагнітні сили, природно припустити, що поперечні хвилі мають магнітоплазмову природу. При чому постійне магнітне поле у напрямі розповсюдження хвилі виникає завдяки механізму, що аналогічний до гідромагнітного динамо. Оцінимо величину поля через густину енергії, оскільки всі енергетичні величини у виродженому Фермі-газі мають порядок енергії Фермі [2]:

$$\frac{H_0^2}{8\pi} \cong \alpha \frac{3}{5} \varepsilon_{Fe} n_e = \alpha \frac{3}{10} m_e^* v_{Fe}^{*2} n_e.$$

Тепер можна для опису акустичних коливань використовувати рівняння магнітної гідродинаміки [3]. При розгляді гідродинамічних процесів зручно користуватися поняттям тиску. Тиск виродженого електронного газу на іонну (позитивних зарядів) компоненту такий: $P = (3\pi^2)^{2/3} \hbar^2 n_e^{5/3} / 5m_e^*$. Надалі нам знадобиться градієнт тиску. В істинно гідродинамічному наближенні довгих хвиль $kr_D \ll 1$ рівняння Пуассона дає простий зв'язок між густинами $\delta n_i - \delta n_e = 0$, що дозволяє позбавитися від n_e ($n_i = Zn_p$). Запровадимо

позначення $u_s = (3\pi^2)^{1/3} \hbar n_e^{1/3} / \sqrt{3m_e^* M_i} = v_{Fe}^* \sqrt{m_e^* / 3M_i}$. Як позитивні заряди виступають протони з ефективною масою $M_i \approx AM_p/Z$, де A - кількість нуклонів у ядрі. Можна, також,

застосувати прямий електродинамічний (кінетичний) розгляд і вже в дисперсійному рівнянні зробити магнітогідродинамічне наближення. У результаті маємо розповсюдження трьох звукових хвиль. Повздовжня, природно, має швидкість u_s , звідки і визначаємо ефективну масу, а дві поперечні (альвенівська і швидка) визначають сталу α -

$$u_{\perp} = u_A = H_0 / \sqrt{4\pi n_i M} = v_{Fe}^* \sqrt{3\alpha m_e^* / 5M_i}.$$

Експериментальні дані дають оцінки для запроваджених параметрів $m_e^* > 4m_e$, $\alpha < 0.9$. Знаючи мікроскопічні вирази для швидкостей

$$\text{легко одержати, наприклад, вираз для модуля Юнга } E = n_e M_i u_A^2 \frac{3u_s^2 / u_A^2 - 4}{u_s^2 / u_A^2 - 1}.$$

Оптичні частоти виникнуть за наявності різної ефективної маси позитивних зарядів. З кінетичної теорії магнітоактивної плазми очевидно, що повздовжня оптична гілка характеризуватиметься ленгмюрівською частотою легкого іона, а поперечна - електронною ларморівською частотою.

[1] Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. // М.: Мир. Вып. 7. - 1966. - 292 с.

[2] Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Теоретическая физика. // М.: Наука. Т. 9. - 1978. - 448 с.

[3] Александров А.Ф., Богданкевич Л.С., Рухадзе А.А. Основы электродинамики плазмы. // М.: Высшая школа. - 1988. - 424 с.\

КВАЗИОПТИЧЕСКИЙ КОЛЬЦЕВОЙ САПФИРОВЫЙ РЕЗОНАТОР С ВНУТРЕННИМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ПРОВОДНИКОМ

К.И. Торохтий^{1,2}, А.А. Баранник²

¹Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"
61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21

²Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: toroktyki@mail.ru

В последнее время для измерения поверхностного сопротивления (R_s) пленок и объемных образцов из высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) стали использоваться квазиоптические диэлектрические резонаторы [1]. Однако нередко возникает необходимость в измерении R_s образцов с меньшими линейными размерами, например в случае синтеза новых сверхпроводящих материалов. В нашей работе рассмотрена возможность применения кольцевого диэлектрического резонатора, подобного резонатору в [2], возбуждаемого на модах типа «шепчущей галереи», при измерении R_s в мм диапазоне волн. При этом образец в форме цилиндра размещается в центральной части резонатора.

Предварительно расчетным путем получены зависимости основных параметров резонатора, таких как резонансная частота (f_{res}) и добротность (Q), от отношения внутреннего диаметра кольца к внешнему диаметру. На основании полученных данных определено оптимальное отношение d_{in}/d_{out} , которое находится в интервале от 0,575 до 0,625.

Для экспериментальных исследований изготовлен кольцевой анизотропный сапфировый резонатор ($\epsilon_{\perp}=9,8$ а $\epsilon_{\parallel}=11,2$) с внешним диаметром $d_{out}=8,9$ мм, внутренним диаметром $d_{in}=5,25$ мм и высотой $H=3,63$ мм. Исследовался как кольцевой открытый резонатор, так и резонатор с торцевыми проводящими стенками (ТПС). Для определения электродинамических свойств резонатора были изготовлены образцы из проводников (медь и нержавеющая сталь), имеющие форму цилиндра с диаметром $d_{in}=5,25$ мм. Резонатор возбуждался на $HE_{n,1,0}$ ($n=6-9$) моде зеркальными сапфировыми волноводами прямоугольного сечения в частотном диапазоне 30-40 ГГц.

Экспериментально и численно исследована собственная добротность резонатора в зависимости от проводимости металлического образца. Она имеет возрастающий характер с выходом на насыщение, которому соответствует стержень с идеальной проводимостью, а значит с минимальными потерями. При этом различие между Q_{OPEN} и $Q_{СЕР}$ определяется потерями в ТПС. Показано, что на основании экспериментальных данных можно оценить радиационную добротность (Q_{rad}) резонаторов и коэффициент включения (A_s) образца. При этом радиационные потери значительно падают с ростом индекса n и неожиданно оказались независимыми, в пределах погрешности измерений, от наличия ТПС. Следовательно, для более точного измерения R_s необходимо использовать рабочие моды с большим азимутальным индексом. Такой подход позволит измерять R_s ВТСП с достаточно высокой точностью, но в случае резонатора с торцевыми стенками необходимы ТПС из сверхпроводника с уже известными свойствами

- [1] N.T. Cherpak, A.A. Barannik, Yu.V. Prokopenko, and Yu.F. Filipov. Microwave properties of HTS films: measurements in the millimeter wave range //Low Temperature Physics. - 2006. - 32, N. 6. - P. 608-613.
- [2] A.A. Barannik, N.T. Cherpak, Yu.V. Prokopenko at al. Two-layered disc quasi-optical dielectric resonators: Electrodynamics and application perspectives for complex permittivity measurements of lossy liquids // Measurement Science and Technology. – 2007. - 18, N. 19. - P. 2231-2238.

ПРЯМЫЕ И ОБРАТНЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОЛНЫ В ПЛОСКОСЛОИСТЫХ СТРУКТУРАХ С МЕТАМАТЕРИАЛОМ

П.С. Харченко

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: hpst@yandex.ru*

В работе рассмотрена задача о собственных прямых и обратных Н - поляризованных поверхностных электромагнитных волнах, которые могут распространяться в плоскостойких структурах, содержащих метаматериал (диэлектрическая ε и магнитная μ проницаемости могут принимать отрицательные значения) [1]. Эти собственные поверхностные волны являются решением однородной системы уравнений Максвелла и удовлетворяют условиям сопряжения на границах разделов сред, и условию излучения. Для рассматриваемого класса структур эти волны характеризуются напряженностями электрического и магнитного полей, которые представлены в виде:

$$\vec{E} = \vec{E}(z)e^{i(\gamma y - \omega t)}, \quad \vec{H} = \vec{H}(z)e^{i(\gamma y - \omega t)},$$

где ω, γ – соответственно частота и постоянная распространения электромагнитной волны.

Эффективная диэлектрическая проницаемость метаматериала описывалась следующей приближенной формулой [2]:

$$\varepsilon = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2},$$

где ω_p – “плазменная” частота [3], определенная параметрами структурных элементов, из которых образован метаматериал.

В задаче были рассмотрены два типа структур: магнитодиэлектрический слой конечной толщины, лежащий на полубесконечном пространстве из метаматериала, и слой метаматериала, граничащий с двумя полупространствами, заполненными магнитодиэлектрическими средами.

Анализ полученных дисперсионных уравнений определил разные типы поверхностных волн, которые существуют на границах разделов сред. Определены условия на материальные параметры сред, при которых в структуре с метаматериалом могут существовать обратные поверхностные волны. Проведены численные эксперименты по исследованию зависимости постоянных распространения прямых и обратных поверхностных волн от частоты, геометрических и материальных параметров структуры, в том числе от “плазменной” частоты метаматериала.

Обнаружены диапазоны частот, на которых поверхностные волны являются обратными, т.е. направление их фазовой скорости противоположно направлению групповой скорости. Установлено, что величина этих диапазонов частот, зависит от материальных параметров структуры. Исследованы зависимости полного потока энергии поверхностных волн от частоты и материальных параметров. Определены особые значения частот на которых групповая скорость и поток энергии обращается в нуль.

[1] *V.G. Veselago*, Sov. Phys. Uspekhi 10 (1968) 509.

[2] *R Ruppin*, Phys. Lett. A 227 (2000) 61–64.

[3] *J.B. Pendry, A.J. Holden, D.J. Robbins, W.J. Stewart*, J. Phys. Condens. Matter 10 (1998) 4785.

УВЕЛИЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ КРИСТАЛЛОВ ZNSE, СТИМУЛИРОВАННОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ

О.В. Хмеленко, С.А. Омельченко

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
49010, г. Днепропетровск, пр. Гагарина, 72
e-mail: khmelenko@ukr.net*

В представленном докладе приводятся результаты исследований природы эффекта увеличения (на 5-7 порядков) изотропной электрической проводимости, наблюдаемого после пластического деформирования некоторых высокоомных ($10^{11} - 10^{15}$ ом·см) кристаллов сульфида и селенида цинка.

Для таких кристаллов определены величины энергии активации электронной проводимости ($\sim 0,2$ эВ) и энергии активации процесса восстановления исходной равновесной проводимости ($\sim 0,8 - 1,0$ эВ). С помощью метода термостимулированной деполяризации (ТСД), получена информация о деформационных изменениях энергетического спектра мелких доноров. Оказалось, что пластическая деформация приводит к уничтожению дефектов с глубиной залегания $E \approx 0,2$ эВ и к одновременному появлению мелких центров с глубиной залегания $E \approx 0,018$ эВ.

Обнаружено, что для существования в исследуемых образцах кристаллов сульфида и селенида цинка эффекта деформационного стимулирования проводимости, присутствие примеси алюминия есть необходимым, но недостаточным условием. Установлено, что характерным признаком образцов, в которых электрическая проводимость может после деформации увеличиваться, является наличие в спектрах ЭПР широкой (до 400 Э) линии поглощения. На основании анализа результатов комплексных экспериментальных исследований спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и электрических свойств (ВАХ, ТСД) кристаллов со стимулированной деформацией проводимостью, разработана модель, которая адекватно объясняет физику процессов, приводящих электронную систему деформированных кристаллов к выходу из равновесия.

Основное допущение модели, которое в свою очередь подтверждается независимыми экспериментами, состоит в том, что ростовые дислокации, смещаясь при деформировании из исходных позиций, увеличивают свою электрическую активность. Это происходит в результате выхода из областей окружающего их пространственного заряда, образованного ионизированными примесями и другими дефектами. Примесные атомы алюминия, которые в виде комплексных центров с повышенной концентрацией присутствуют в атмосферах Коттрелла ($E \approx 0,2$ эВ), в результате взаимодействия с сильными электрическими полями дислокаций восстанавливают свои донорные свойства ($E \approx 0,018 - 0,02$ эВ) и в условиях действия полей дислокаций необратимо поставляют электроны в зону проводимости. При повышении температуры эффективность диффузионных процессов увеличивается и дефекты экранирующего облака, которые раньше не переместились вместе с дислокациями, окружают их на новом месте ($E_{\text{акт}} \approx 0,8 - 1,0$ эВ). В результате, радиус ридовских цилиндров вокруг дислокаций опять уменьшается, и проводимость кристаллов возвращается к равновесной.

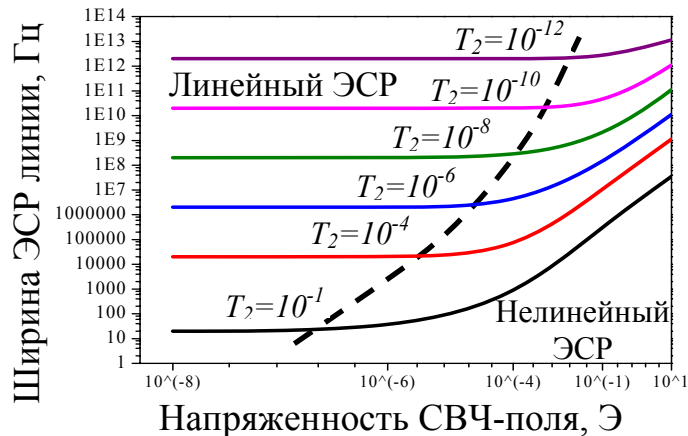
Полученные в работе экспериментальные данные позволили сделать оценку радиуса атмосфер Коттрелла вокруг дислокаций по примеси алюминия $(0,88 - 2,8) \cdot 10^{-5}$ см и концентрации донорной примеси, необходимой для наблюдаемого увеличения проводимости ($10^{-16} - 10^{-18}$ см⁻³).

УСЛОВИЯ НЕЛИНЕЙНОСТИ В МАГНИТОРЕЗОНАНСНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

А.А. Буняева

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: ann220286@yandex.ru

Как известно, электронный спиновый резонанс (ЭСР) является одним из самых чувствительных экспериментальных методов исследования слабоупорядоченных магнитных фаз в природных и искусственных магнетиках. Метод, математическая суть которого изложена еще в [1], сводится к решению уравнения движения $d\vec{M}/dt = \gamma[\vec{M} \times \vec{B}_z] + \vec{R}$ магнитного момента \vec{M} микрочастицы, прецессирующей в скрещенных переменном и постоянном магнитных полях \vec{B}_z . Здесь γ – гиромагнитное отношение, \vec{R} – релаксационный член, отвечающий за тип магнитного упорядочения в структуре. Решение этого уравнения обычно проводится для частного «линейного» случая (малые интенсивности и малые времена поперечной релаксации) и намного реже для нелинейного случая. Первый сценарий соответствует большинству известных природных слабоупорядоченных магнетиков, второй, более общий, – описывает свойства более сложных, разрабатываемых ныне, композитных магнетиков (магнитных наноструктур) [2]. Для описания явления ЭСР в первом (традиционном) случае достаточно получить приближенное решение линеаризованного уравнения движения (см. [1]). Во втором случае необходимо определить точное решение, поскольку в магнитных наноструктурах наблюдается большой разброс поперечных времен релаксации (по крайней мере от 10^{-1} до 10^{-12}), интерпретирующих различные типы слабоупорядоченных магнитных фаз (суперпарамагнетизм, асперомагнетизм, спиновое стекло и др.).



В данной работе проведено численное решение уравнения движения, и определены области параметров (напряженность СВЧ-поля и время релаксации), при которых наблюдается «линейный ЭСР» и «нелинейный ЭСР». В качестве иллюстрации приведена зависимость ширины ЭСР-отклика от напряженности приложенного переменного СВЧ-поля. Видно, что слева от пунктирной линии «линейный ЭСР» ширина ЭСР-отклика не зависит от напряженности СВЧ-поля, тогда как справа «нелинейный ЭСР», эта зависимость является существенной и нелинейной.

[1] Bloch F. Nuclear induction // Phys. Rev. – 1946. – 70, №. 7, 8. – P. 460-474

[2] J. F. Gregg, J. Petej, E. Jouguelet [et al.] Spin electronics – a review // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2002. – 35, № 18. – P. R121–R155

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК СВЕТА ДЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ НАУЧНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Р.В. Зайцев, М.В. Кириченко, В.Р. Копач

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21
e-mail: roman_storm@mail.ru*

Создание светодиодного осветителя инициировано необходимостью разработки универсального и сравнительно не дорогого прибора для экспрессного комплексного исследования параметров базовых полупроводниковых материалов и фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) на их основе.

Ранее с этой целью были созданы осветители на основе вольфрамовых ламп накаливания [1] и импульсных ксеноновых ламп [2], но их ключевые недостатки: существенное несоответствие спектра солнечному и ограниченная возможность управления временными параметрами светового потока – не позволили создать действительно универсальный прибор. В настоящее время это стало возможным благодаря использованию полупроводниковых светодиодов, которые за счет весьма малой инерционности и достаточно низкого энергопотребления позволяют проводить экспрессные комплексные и энергосберегающие исследования, а при использовании совокупности светодиодов разных цветов излучения – с достаточной степенью приближения имитировать стандартные наземные и заатмосферный солнечные спектры.

Изготовленный светодиодный осветитель, на который был получен патент Украины [3], при использовании в составе соответствующего измерительного комплекса предназначен для аттестации по нагрузочной световой вольт-амперной характеристике при различных режимах освещенности, в т.ч. – при стандартных режимах АМ0 и АМ1,5, фотоэлектрических преобразователей, изготовленных на основе монокристаллических Si, GaAs и пленочных гетеропереходов, например, n-CdS/p-CdTe; определения времени жизни неосновных носителей заряда в базовых слоях ФЭП на этапах изготовления, хранения и эксплуатации таких приборов; других целевых световых воздействий на различные твердотельные, жидкофазные и биологические объекты.

Указанные возможности рассматриваемого осветителя достигаются за счет использования уникального излучающего элемента в форме сегмента сферы, на поверхности которой размещены полупроводниковые светоизлучающие диоды семи цветов, принадлежащих диапазону длин волн 380-960 нм. Светодиоды в количестве 250-300 единиц размещены по спирали Архимеда, которая состоит из последовательно состыкованных цепочек светодиодов каждого из семи цветов. Такой излучающий элемент в комплексе с блоком раздельного управления мощностью излучения светодиодов каждого из семи цветов и блоком раздельного регулирования длительности и скважности прямоугольных импульсов излучения позволяет реализовывать различные режимы облучения, подвергать объект облучению прямоугольными импульсами света с крутизной фронта не более 1 мкс при возможности изменения в широких диапазонах длительности и скважности импульсов.

- [1] *Rauschenbach H.S.* Solar Cell Array Design Handbook : The Principles and Technology of Photovoltaic Energy Conversion. – Van Nostrand Reinhold, New York, 1980.
- [2] *Keogh W., Cuevas A. et al.* Simple flashlamp I-V testing of solar cells // Proceedings of the 26th Photovoltaic Solar Energy Conference, Anaheim, CA. – 1997. – P. 199–202.
- [3] *Кіріченко М.В., Зайцев Р.В., Копач В.Р., Хрипунов Г.С., Лісачук Г.В.* Світлодіодний освітлювач. Патент на корисну модель № 33676. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 10.07.2008. Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня 10.07.2008, Бюл. № 13.

ЯЧЕЙКА МАГНИТОРЕЗОНАНСНОГО СПЕКТРОМЕТРА: ДДР СО ВСТРОЕННОЙ РЕПЕРНОЙ МЕТКОЙ

Калмыкова Т.В.

¹Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: bagmut@ire.kharkov.ua

В данной работе рассматривается методика эксперимента по исследованию эффекта электронного спинового резонанса (ЭСР) миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн в области низких и сверхнизких температур. Представлены результаты исследований, позволивших создать резонаторные экспериментальные ячейки открытого типа, сочетающие основные достоинства открытого резонатора (ОР)- высокое значение добротности и высокое значение коэффициента заполнения. Исследуемая в работе ячейка №1 изготовлена из рубина в форме ДДР, в которой эффективно возбуждаются моды шепчущей галереи (МШГ). Эти моды обеспечивают значения добротности, на порядок превышающие значения добротности двухзеркального ОР. На поверхность ДДР-рубина был помещен исследуемый образец. Измерения проводились на магнитном радиоспектрометре «КВАРК», предназначенного для измерения спектров электронного спинового резонанса (ЭПР, ФМР, и т.д.) в диапазоне частот 25-30 Гц в присутствии магнитных полей до 1,4 Т. Полученный спектр ферромагнитного резонанса для ДДР с исследуемым образцом представлен ниже рис 1.

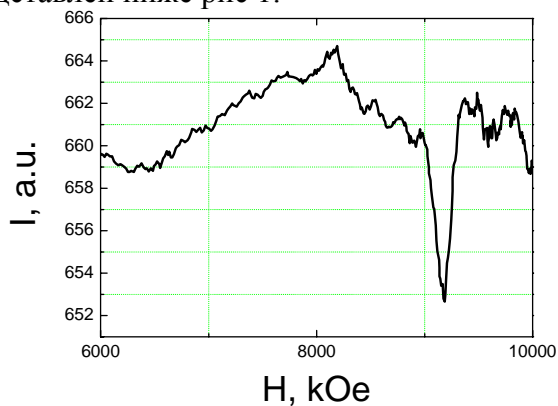


Рис 1 Спектр ферромагнитного резонанса.



Рис 2 ДДР – сапфира.

Также была исследована ячейка №2 изготовлена из сапфира в форме ДДР рис 2, с отверстием для сапфировой и рубиновой вставки. Были проведены экспериментальные исследования спектров мод ДДР зарегистрированных в частотном диапазоне 22-40ГГц. для трех конфигураций: 1) ДДР с пустым отверстием, 2) ДДР с сапфировой вставкой, 3) ДДР с рубиновой вставкой. Показано, что образец с сапфировой вставкой является самым высокодобротным.

В ходе первых экспериментов была приведена и обоснована целесообразность применения ДДР в магнитной радиоспектроскопии для миллиметрового диапазона длин волн.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАТРИЙ-ВОЛЬФРАМОВЫХ БРОНЗ, ПОЛУЧЕННЫХ БЫСТРЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ РАСПЛАВА.

Е.Г. Плахтий, В.О. Макаров, О.В. Хмеленко, С.А. Омельченко, А.Г. Иваница

*Днепропетровский национальный университет
им. Олеса Гончара
49010, г. Днепропетровск, пр. Гагарина 72
e-mail: zhenya_kondor@mail.ru*

Хорошо известно, что методика быстрого охлаждения расплавов представляет научный и практический интерес. Это связано с тем, что с ее помощью становится возможной «стабилизация» материалов в различных метастабильных структурных состояниях, которые часто имеют уникальные физические свойства.

Цель экспериментов, результаты которых представлены в данном докладе, заключается в том, чтобы использовать эту методику для получения наноструктурных образцов натрий-вольфрамовых бронз и исследовать их основные физические свойства.

При этом нам представлялись возможными два пути реализации наноструктурного состояния. Первый путь заключается в экспериментальном подборе такой скорости охлаждения, чтобы процесс кристаллизации в охлаждаемом расплаве прекратился на стадии образования нанокристаллов. Второй путь предполагает, что скорость охлаждения расплава будет достаточной для получения материала в метастабильном стеклообразном состоянии. В этом случае также возможно образование нанокристаллических компонент бронз в стеклообразной матрице. Нами использовался именно этот путь получения образцов.

Натрий-вольфрамовые бронзы получались механическим смешиванием компонент WO_3 и Na_2CO_3 , взятых в определенных пропорциях. Расплав охлаждался по методу «молота и наковальни». Рентгенодифракционные измерения (ДРОН-2,0), свидетельствуют, что в результате такого двухстороннего охлаждения нами были получены образцы натрий-вольфрамовых бронз в стеклообразной фазе.

Дифференциальный термический анализ (ДТА) исследуемых образцов позволил определить температурные интервалы кристаллизации (360 – 420 °С) и установить температуры фазовых переходов в кристаллическом состоянии (620 °С и 650 °С).

Для всех полученных образцов были исследованы вольт-амперные характеристики и определена удельная электропроводность.

В различных структурных формах образцов были исследованы спектры фотолюминесценции (ФЛ) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

Таким образом, в ходе данного исследования нами были изучены материалы, полученные методом быстрого охлаждения и материалы, которые охлаждались естественным способом. Во время работы нами также было определено, что при использовании метода быстрого охлаждения возможно получение нанокристаллических компонент бронз в данном материале.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПОЗИСТОРОВ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Ю.А. Тонкошкур, А.В. Дегтярёв

*Днепропетровский национальный университет им.О. Гончара
49050, г. Днепропетровск, ул. Гагарина, 72
e-mail: artem-2001st@yandex.ru*

При производстве полупроводниковых резистивных элементов, в частности позисторов, возникает необходимость в автоматизированном определении и контроле электрических параметров. В настоящей работе приведены результаты разработки специализированной многоканальной информационно-измерительной системы, предназначенной для регистрации вольт-амперных характеристик, температурных зависимостей сопротивления и проведения испытаний на циклические изменения электрической нагрузки позисторов и самовосстанавливающихся предохранителей на основе полимера, наполненного проводящим наполнителем (графитом) [1].

Система разработана на базе восьмиразрядного микроконтроллера ATmega 16. Структурная схема измерительного устройства представлена на рис.1.

Измерительная система сбора и обработки данных испытаний содержит пять измерительных каналов. Блок выбора измерительного канала реализован путем последовательного соединения испытываемого образца, мощного полевого транзистора IRF 830 и набора токовых резисторов. При выборе необходимого измерительного канала МК формирует его код в двоичной форме. Код поступает на мультиплексор. В результате на затвор транзистора подаётся напряжение, и транзистор открывается (канал выбран). Для развязки измерительных и управляющих цепей после мультиплексора стоит оптопара.

Управляющая программа, «зашитая» в МК, разработана с использованием языка программирования «С» среды WinAVR [2] и состоит из раздела сервисных подпрограмм (вывод информации на экран, задержка на определённое время, подпрограммы организации меню и др.) и раздела подпрограмм управления измерительными устройствами (выбора измерительного канала, выбора токового резистора R_T , управления блоком питания и др.).

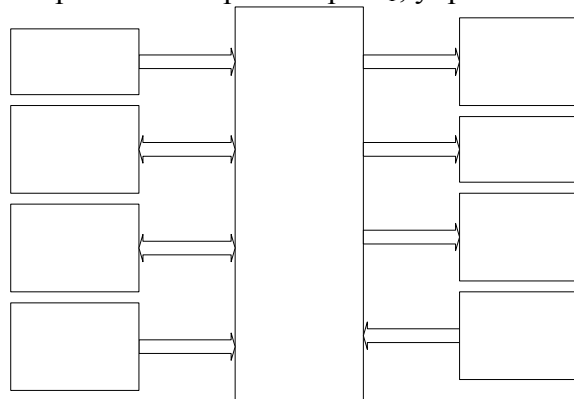


Рис.1. Структурная схема измерительной системы

Полученные данные могут пересылаться через LPT-порт в компьютер для дальнейшей обработки. Созданное устройство достаточно универсально и после незначительных изменений может быть использовано в других областях.

[1] Гуль В.Е. Электропроводящие полимерные композиции/ Гуль В.Е., Шенфиль Л.З. – М.: Химия, 1984. – 240с.

[2] Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров/Сост. Ю.А. Шпак – К.:“МК-ПРЕСС”.2006. – 400с.

ОЦЕНКА МАТЕРИАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОСЛОЙНЫХ СЕТОЧНЫХ НАНОСТРУКТУР

Е.А. Янковская¹, П.А. Белов^{1,2}, К.Р. Симовский^{1,3}

¹*Санкт-Петербургский Государственный университет
информационных технологий, механики и оптики
197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр-т., 49*

²*Queen Mary University of London
Mile End Road, London, E1 4NS, United Kingdom*

³*Helsinki University of Technology
P.O. Box 3000, FI-02015 TKK, Finland*

e-mail: adfors@gmail.com

Метаматериалы – искусственные среды с необычными электромагнитными свойствами. Изучение метаматериалов открывает новые возможности рассмотрения эффектов в области электродинамики, которые казались невозможными из-за физических ограничений, например, можно создать материал, обладающий отрицательным коэффициентом преломления. Такие материалы можно будет использовать в качестве суперлинз, оптических антенн, наносхем и в создании одежды-невидимки [1].

В микроволновом диапазоне среды с отрицательными материальными параметрами впервые были реализованы в виде решетки проводов и магнитных резонаторов. В ближнем инфракрасном и видимом диапазонах создать подобные среды представляется возможным при помощи сеточных наноструктур [1-3]. На данный момент в основном изучены однослойные сеточные наноструктуры, поэтому нами были исследованы многослойные сеточные наноструктуры.

В данной работе в коммерческой программе CST MicroWave Studio были численно промоделированы многослойные сеточные наноструктуры. На основе полученных коэффициентов отражения и прохождения была проведена экстракция материальных параметров [4,5]. Проанализированы частотные зависимости показателя преломления и коэффициента добротности. Исследовано поведение материальных параметров многослойной сеточной наноструктуры от количества слоев и толщины воздушной прослойки между слоями.

При значительных расстояниях между блоками в структуре материальные параметры, полученные из расчетов многослойных и однослойных структур, практически идентичны. В случае, когда расстояние между блоками становится меньше критической ширины, внутри структуры формируются новые пары «фишнетов», что приводит к серьезным различиям параметров, экстрагированных из однослойных и многослойных структур. Следовательно, однослойные структуры не могут быть использованы для оценки материальных параметров метаматериала, состоящего из бесконечного числа слоев.

- [1] V. M. Shalaev, “Optical negative-index metamaterials”, *Nature Photonics*, 2007, Vol.1, pp. 41.
- [2] G. Dolling, M. Wegener, C. M. Soukoulis and S. Linden, “Negative-index material at 780 nm wavelength”, *Opt.Lett.*, 2007, Vol. 32, pp. 53-55
- [3] S. Zhang, W. Fan, K.J. Malloy, S. R. J. Brueck, N. C. Panoiu and R.M. Osgood, “Near-infrared double negative metamaterials”, *Opt.Express*, 2005, vol.13, pp. 4922-4930.
- [4] D. R. Smith, S. Schultz, P. Markos, and C. M. Soukoulis, “Determination of effective permittivity and permeability of metamaterials from reflection and transmission coefficients”, *Phys. Rev. B.*, 2002, Vol. 65, 195104.
- [5] X. Chen, T. M. Grzegorzcyk, B.-I.Wu, J. Pacheco, Jr., and J. A. Kong, “Robust method to retrieve the constitutive effective parameters of metamaterials,” *Phys. Rev. E* , 2004, Vol. 70, 016608 .

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

III Young Researcher Career Development Workshop

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials

РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

МЕТАМАТЕРІАЛИ

МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

БІОФІЗИКА

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ АНИЗОТРОПИЕЙ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ ПЛОСКОЙ ВОЛНЫ.

А. Д. Архипов

*Днепропетровский национальный университет
49050 г. Днепропетровск, ул. Наукова, 9
e-mail: arhipov.anton.d@gmail.com*

Изучение электромагнитных свойств неоднородных анизотропных сред является важной задачей современной электродинамики. На сегодняшний день в основном изучаются либо среды с магнитной либо с электрической анизотропией [1-4]. Более общий случай магнитной и электрической анизотропии мало изучен из-за громоздкости задачи и преимущественного использования численных и численно-аналитических методов [5].

В данной работе исследуется слоистая среда обладающая как магнитной так и электрической анизотропией при произвольном направлении оси анизотропии и направлении распространения плоской гармонической волны.

Прежде всего в аналитическом виде найдена 4x4 матрица преобразования для однородной среды с произвольным направлением оси анизотропии и произвольным углом распространения плоской волны. Проверено, что определитель этой матрицы является комплексной единицей в отличие от случая нормального распространения волны. Отметим, что все четыре собственных числа этой матрицы являются различными и по модулю равными единице. Это объясняется различными фазовыми скоростями прямых и обратных волн в данной среде. При переходе к частному случаю нормального распространения волны фазовые скорости прямых и обратных волн равны, а матрица преобразования имеет попарно сопряжённые собственные числа. Это подтверждает правильность полученных результатов. В работе также найдена матрица преобразования многослойной структуры как произведение матриц однородных слоев и проанализированы её собственные числа для частного случая двухслойного периода.

С использованием матрицы преобразования многослойной структуры найдены матрицы отражения и прохождения, а также исследована зависимость прохождения и отражения от угла падения и от угла между плоскостью падения волны и плоскостью, содержащей ось анизотропии. Исследование отражения и прохождения проводилось для частного случая плазмоподобной среды. По результатам расчёта построены зависимости.

Также найдено, что зависимость от угла между плоскостями падения волны и плоскостью анизотропии является симметричной, следовательно данное явление может быть использовано для определения углового местоположения оси анизотропии.

- [1] P. Yeh. "Electromagnetic propagation in birefringent layered media", *J. Opt. Soc. Am* **69**, 742-754, (1979).
- [2] S. Teitler and B.W. Hennis, "Refraction in stratified anisotropic media", *J. Opt. Soc. Am.* **60**, 830-834 (1970).
- [3] A.A. Bulgakov and V.K. Kononenko "Effect of Translation Symmetry on Electrodinamic Properties on the Semiconductor-Dielectric Structure Placed in a Magnetic Field", *TELE* **55 12**, pp 48-60 (2001)
- [4] I.L. Lubchanskii, N.N. Dadoenkova, M.I. Lubchanskii, E.A. Shapovalov and Th. Rasing, "Magnetic photonic crystals", *J. Phys. D* **36**, 277-287 (2003).
- [5] A. Figotin and I. Vitebsky, "Nonreciprocal magnetic photonic crystals", *Phys. Rev. E* **63**, 066609-1-066609-17 (2001).
- [6] K.A. Vytovtov and A.A. Bulgakov "Investigation of Photonic Crystals Containing Bianisotropic Layers", *35th European Microwave Conference*, Paris, France (2005), pp 1359-1362.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН МАССИВОМ ДНК-ПОДОБНЫХ СПИРАЛЬНЫХ ПРОВОДНИКОВ

А.П. Балмаков, И.В. Семченко

*Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104, Беларусь
e-mail: balmakov@rambler.ru*

Изучение киральных (зеркально-асимметричных) сред уже много лет вызывает оживленный интерес в научном сообществе. Но если ранее оптическую активность киральных сред изучали в основном на примерах природных кристаллов и искусственных композитных материалов [1], то в последнее время заметно возрос интерес к исследованиям искусственных периодических сред из металлических элементов, предполагаемые свойства которых не встречаются в природе. Кроме того, возрастает интерес к изучению физических принципов воздействия электромагнитных волн на объекты биологического происхождения.

Физические особенности поглощения электромагнитных волн тканями живых организмов изучены недостаточно, что вызвано необычайной сложностью протекающих в них процессов. Биологические объекты содержат в себе множество структур, имеющих форму спирали (ДНК, РНК, белки, оболочка поверхности нервов и т.д.), поэтому важно выяснить (в первом приближении с классических позиций) особенности взаимодействия электромагнитного поля с данными объектами.

С технической стороны значительно проще провести исследование на моделях спиралевидных структур, например в СВЧ диапазоне длин волн, по принципу электродинамического подобия [2]. Именно такая идея реализована в данной работе, где экспериментальным путем исследуется электромагнитная волна СВЧ диапазона, отражаемая двумерной решеткой, состоящей из спиральных проводников. Каждый спиральный элемент имеет геометрическую форму, подобную той, что имеет молекула ДНК. Рассматриваются как двойные, так и одинарные спирали. Исследуется вид поляризации и интенсивность отраженной электромагнитной волны в зависимости от частоты вблизи главного резонанса. Главный резонанс достигается при условии $\lambda \approx P$, где P – длина витка молекулы ДНК. Теоретически рассчитанный оптимальный угол подъема спиральной цепочки атомов относительно плоскости, перпендикулярной оси спирали, должен быть равен 24.5 градуса [3], тогда как угол подъема цепочки ДНК составляет 24 – 29 градусов (в зависимости от экспериментальных данных) [4, 5].

На основании принципа электродинамического подобия делается вывод, что двойная спиральная молекула ДНК в диапазоне длин волн $\lambda \sim 7-8$ нм может излучать только электромагнитную волну, поляризация которой близка к левациркулярной. По принципу обратимости ДНК не подвержена воздействию правой циркулярно поляризованной электромагнитной волны в указанном диапазоне. Тем самым с помощью эксперимента подтверждается результат, полученный ранее теоретически. Предполагается, что созданные по указанному принципу устройства позволят снизить вредное воздействие электромагнитных полей определенной частоты на ДНК (человека, животных, растений и т.д.), или, наоборот, ускорить химические процессы с участием спиральных биообъектов.

[4] Федоров Ф.И. Теория гиротропии. Минск: Наука и техника, 1976. С. 452.

[5] I. Semchenko, S. Khakhomov, A. Balmakov // Proc. of Metamaterials 2007, P. 711, Rome.

[6] Семченко И.В., Хахомов С.А., Балмаков А.П. // РЭ. 2007. Т. 52. № 9. С. 1078.

[7] Watson J.D. and Crick F.H.C. // Nature, 1953. V. 171. P. 737.

[8] <http://en.wikipedia.org>

ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЙ СО СВЕРХРАЗРЕШЕНИЕМ НА РАССТОЯНИЯ ПОРЯДКА НЕСКОЛЬКИХ ДЛИН ВОЛН В МИКРОВОЛНОВОМ, ТЕРАГЕРЦОВОМ, ИНФРАКРАСНОМ И ВИДИМОМ ДИАПАЗОНАХ ЧАСТОТ

Павел А. Белов¹, Марио Г. Сильверинья², Пекка Иконен³, Ен Зао¹,
Константин Р. Симовский³, Сергей А. Третьяков³, Янг Хао¹, Клайв Парини¹

¹ Лондонский Университет Королевы Марии, Великобритания

² Коимбрский Университет, Португалия

³ Хельсинский Политехнический Университет, Финляндия

E-mail: pavel.belov@elec.qmul.ac.uk

Разрешение обычных систем передачи изображений ограничено дифракционным пределом: детали меньшие длины волны не могут быть различены такими устройствами. Используя искусственно созданные среды обладающие предельной оптической анизотропией и направляющими свойствами, становится возможным преодолеть этот фундаментальный предел и создать устройства способные передавать изображения со сверхразрешением на значительные расстояния [1-5]. Наши экспериментальные результаты демонстрируют передачу микроволнового изображения при помощи массива из параллельных металлических проводов на расстояние порядка 3.5 длин волн. Разрешение такого устройства в составляет одну пятнадцатую часть длины волны. Увеличивающие, уменьшающие и повторяющие свойства массивов из металлических проводов предоставляют уникальное решение для передачи изображений со сверхразрешением в микроволновом, терагерцовом и инфракрасном (до 70ТГц) диапазонах частот. На микроволнах, разрешение таких устройств в основном определяется их характерным периодом, который может быть сделан настолько малым, насколько позволяют возможности производства, а не какие-либо физические ограничения. На более высоких частотах, разрешение ограничено глубиной поверхностного слоя используемого для создания устройства металла. Существует возможность реализовать аналогичные устройства передачи изображений в видимом диапазоне частот при помощи слоистых металло-диэлектрических наноструктур [6]. Эта реализация вплотную связана с концепцией гиперлинзы [7-9].

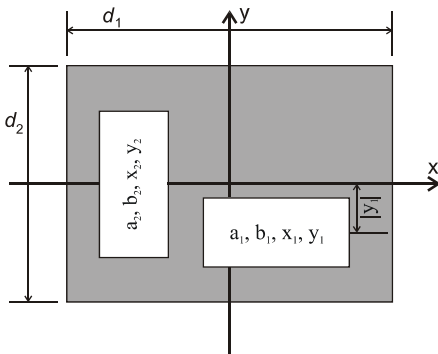
- [1] P.A. Belov, Y. Zhao, S. Tse, P. Ikonen, M.G. Silveirinha, C.R. Simovski, S.A. Tretyakov, Y. Hao, and C. Parini, "Transmission of images with subwavelength resolution to distances of several wavelengths in the microwave range", *Phys. Rev. B*, Vol. 77, pp. 193108 (1-4), 2008.
- [2] M.G. Silveirinha, P.A. Belov, C.R. Simovski, "Ultimate limit of resolution of subwavelength imaging devices formed by metallic rods", *Optics Letters*, vol. 33, pp. 1726-1728, 2008.
- [3] П.А. Белов, К.Р. Симовский, П. Иконен, М.Г. Силверинха, Я. Хао, "Передача изображений с разрешением много меньшим длины волны в микроволновом, терагерцовом, инфракрасном и оптическом диапазонах", *Радиотехника и Электроника*, Т. 52, №. 9, сс. 1092–1107, 2007.
- [4] P. Ikonen, C. Simovski, S. Tretyakov, P. Belov, Y. Hao, "Magnification of subwavelength field distributions at microwave frequencies using a wire medium slab operating in the canalization regime", *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 91, pp. 104102(1-3), 2007.
- [5] M.G. Silveirinha, P.A. Belov, C.R. Simovski, "Sub-wavelength imaging at infrared frequencies using an array of metallic nanorods", *Physical Review B*, vol. 75, pp. 035108 (1-12), 2007.
- [6] P.A. Belov, Y. Hao, "Subwavelength imaging at optical frequencies using a transmission device formed by a periodic layered metal-dielectric structure operating in the canalization regime", *Physical Review B*, vol. 73, 113110 (1-4), 2006.
- [7] A. Salandrino and N. Engheta, "Far-field subdiffraction optical microscopy using metamaterial crystals: Theory and simulations", *Phys. Rev. B*, vol. 74, pp. 075103(1-5), 2006.
- [8] Z. Jacob, L. V. Alekseyev, and E. Narimanov, "Optical Hyperlens: Far-field imaging beyond the diffraction limit", *Optics Express*, vol. 14, pp. 8247-8256, 2006.
- [9] Z. Liu, H. Lee, Y. Xiong, C. Sun, and X. Zhang, "Far-Field Optical Hyperlens Magnifying Sub-Diffraction-Limited Objects", *Science*, vol. 315, p. 1686, 2007.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКИ ЭКРАНА, СОДЕРЖАЩЕЙ ДВА ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДА

С.П. Борухович, А.В. Грибовский

Радиоастрономический институт НАН Украины
61002 Харьков, ул.Краснознаменная, 4
e-mail: boruhovich@inbox.ru

Практическое использование поляризационных эффектов в различных устройствах связано с необходимостью разрабатывать и применять элементы, позволяющие излучать или принимать волны любой поляризации. В открытых системах для преобразования поляризации электромагнитных волн применяют различные экраны и покрытия.



Целесообразно применение идеально проводящего экрана конечной толщины, периодическая ячейка которого представляет собой два ортогонально расположенных волноводных канала прямоугольного поперечного сечения. Интересно рассмотреть экран с периодической ячейкой следующего вида – со смещением одной из щелей относительно оси симметрии ячейки (рис.1). Периодический элемент такого экрана является киральной, и при рассеянии волны могут возникнуть эффекты, зависящие от величины киральности. Мы рассматриваем только отраженную волну в связи с тем, что для отражения

экран представляется планарной киральной структурой, в то время как для прохождения – трехмерной, с соответствующим увеличением сложности расчетов. Возникает вопрос поиска величины смещения щели, приносящего наибольший эффект.

Исследуем характеристики отражения нормально падающей линейно поляризованной волны от экрана с двухэлементными ячейками в зависимости от смещения второго прямоугольного отверстия вдоль оси y . Алгоритм расчета характеристик рассеяния двумерно периодических экранов конечной толщины, перфорированных отверстиями разнообразной формы, основан на использовании операторного метода решения задач дифракции [1]. В работе [2] описан алгоритм расчета операторов рассеяния многоэлементного экрана с волноводными каналами прямоугольного сечения.

Величину киральности будем определять методом, описанным в [3] и [4].

Из данной работы мы можем сделать такие основные выводы. Мы нашли оптимальную величину смещения отверстия в описанной выше периодической ячейке достаточно тонкого экрана. Такое смещение равно 1,8мм (соответственно рис.1) и это является интересным для практики результатом. Также данная работа является дополнительной проверкой алгоритма расчета меры киральности, описанной в [3, 4].

- [1] Литвиненко Л.Н., Просвирнин С.Л., “Спектральные операторы рассеяния в задачах дифракции волн на плоских экранах”, Киев, Наук. Думка, 1984.
- [2] Грибовский А.В., Просвирнин С.Л., “Возбуждение многоэлементной ФАР из прямоугольных волноводов”, *Физика волновых процессов и радиотехнические системы*, v. 6, № 1, pp. 27-31, 2003.
- [3] S. Boruhovich, S. Prosvirnin, A. Schwanecke, and N. Zheludev, “Multiplicative measure of planar chirality for 2D meta-materials”, *Proc. Eur. Microw. Assoc.*, v. 2(1), pp. 89-93, 2006.
- [4] S. Boruhovich, “Chirality measure for 2D and 3D meta-materials”, *Proceedings of XI-th International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory*, Kharkov, Ukraine, 2006, vol. 1, pp.418-420.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СВОЙСТВА ФЕРРИТОВОГО ВОЛНОВОДА, РАСПОЛОЖЕННОГО МЕЖДУ ДВУМЯ СЛОИСТО-ПЕРИОДИЧЕСКИМИ СТРУКТУРАМИ

О.В. Костылева, А.А. Булгаков

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: ovkost@ukr.net*

Материалы с искусственно созданной дополнительной трансляционной симметрией представляют интерес благодаря своим особенностям, недостижимым ни в одном однородном материале. Слоистые периодические среды можно рассматривать как материалы с управляемой зонной структурой собственных волн. Волноводное распространение электромагнитных волн в сердцевине волноводов, если их оболочка имеет периодическую структуру, обеспечивается за счет высокой отражательной способности слоисто-периодических структур в области запрещенных зон (см., например, [1]). Применяя материалы, свойства которых зависят от магнитного поля, в качестве волноведущего слоя или слоев, формирующих периодические стенки, имеем дополнительную возможность управления свойствами таких волноводов [2].

В данной работе исследуются электродинамические свойства слоя феррита, расположенного между двумя идентичными полуограниченными периодическими структурами, которые образованы чередованием двух слоев диэлектриков. Анализируется влияние внешнего магнитного поля, направленного в плоскости грани слоев, на свойства такой волноведущей системы.

Теоретический анализ исследуемого волновода проводится с помощью уравнений Максвелла и граничных условий для каждого слоя рассматриваемой структуры. Чтобы учесть граничные условия в случае периодических структур, используется метод матрицы преобразования (эта матрица связывает поля в начале периода и в конце периода) и теорема Флоке, учитывающая периодичность.

Показано, что в случае ТМ-поляризации внешнее магнитное поле не влияет на свойства волноведущего ферритового слоя, он ведет себя как диэлектрический. В таком волноводе возможно волноводное распространение (когда основная часть энергии переносится в волноведущем слое), либо распространение поверхностных волн по границам волноведущего слоя. Также возможна ситуация, когда поток энергии в волноведущем слое практически отсутствует, а волна распространяется в периодических стенках. Волноводы со слоисто-периодическими стенками обладают селективными свойствами, зависящими от ширины запрещенных зон, управлять которыми можно, изменяя параметры слоев периодических структур [3].

Показано, что в случае ТЕ-поляризации дисперсионное уравнение исследуемого волновода содержит компоненты магнитной проницаемости, зависящие от магнитного поля. Следовательно, свойствами ферритового волновода со слоисто-периодическими стенками в этом случае можно управлять с помощью внешнего магнитного поля.

- [1] Cho A.Y., Yariv A., Yeh P. Observation of confined propagation in Bragg waveguides // Appl. Phys. Lett. – 1977. – Vol.30, № 9. – P.471-472.
- [2] Bulgakov A.A., Kononenko V.K., Kostylyova O.V. The external fields influence on the properties of the waveguide formed by the gap between two periodic layered structure // Proc. of First Int. Cong. on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics. October 22-24, 2007, Rome, Italy. – P.465-468.
- [3] A.A. Bulgakov, O.V. Kostylyova. Electrodynamics properties of a waveguide with layered-periodic walls // Radiophysics and Quantum Electronics. – 2005. – Vol. 48, №.1. – P.48-56.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КЛЮЧА ДЛЯ ГГц И ТГц ДИАПАЗОНОВ ДЛИН ВОЛН

А.И. Павлов

*Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники
пр. Ленина 14, Харьков, 61166 Украина
e-mail: artemiy@pavlov.in.ua*

Магнитоуправляемые материалы, такие, как ферриты, имеют способность сильно изменять свои физические параметры (в частности, магнитную проницаемость) когда к ним приложено статическое магнитное поле. Это свойство дало им широкое распространение в различных периодических и аperiodических структурах миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн, чьи характеристики могут быть перестроены в режиме реального времени [1, 2]. Наша группа провела несколько исследовательских работ в области одномерных диэлектрических, магнитодиэлектрических и металлодиэлектрических периодических структур [3, 4], в которых применённые методы моделирования достаточно хорошо коррелировали с экспериментальными результатами.

В данной работе представлена концептуальная модель магнитодиэлектрической структуры, состоящей из прямоугольного пласта полимера и тонкого (меньше длины волны) ферромагнитного слоя, расположенного внутри него под углом 45 градусов к направлению падающего электромагнитного излучения на частоте 30 ГГц. Подводя магнитное поле к такой структуре, становится возможным изменять направление или “канал” распространения излучения, от полного прохождения до отражения под углом 90 градусов. Такая структура может быть реализована с помощью широко доступных диэлектрических и ферромагнитных материалов, и может быть применена как компактный и высокоэффективный ключ или маршрутизатор в полых или планарных волноводных линиях. Несколько таких структур могут быть объединены в более сложный ключ, а также интегрированы в периодические структуры или другие волноведущие устройства.

- Magnetophotonic crystals. M. Inoue, R. Fujikawa, A. Baryshev, A. Khanikaev et al, J. Phys. D: Appl. Phys. 39, pp. 151–161 (2006).
- Optical properties of a periodic one-dimensional metallic-organic photonic crystal. L. T. Zhang, W.F. Xie, J. Wang, H.Z. Zhang and Y.S. Zhang., J. Phys. D: Appl. Phys. 39 (2006).
- Magnetically controllable 1D magnetophotonic crystal in millimetre wavelength band. S.V. Chernovtsev, D.P. Belozorov, S.I. Tarapov, J. Phys. D: Appl. Phys. 40 295-299 (2007).
- Simulation of the magnetically controllable photonic bandgap structures. S.V. Chernovtsev, A.I. Pavlov, S.I. Tarapov, SPIE, Photonic North, p.117 (2007).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЛЕВОСТОРОННИХ СВОЙСТВ СТРУКТУРЫ (ФЕРРИТ/ПЛОСКИЕ ПРОВОЛОЧКИ), НАХОДЯЩЕЙСЯ В ВОЛНОВОДЕ В ЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ 21- 40 ГГц

Ходзицкий М.К.¹, Страшевский А.В.²

¹Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12

²Харьковский Национальный Университет имени В.Н. Каразина,
Украина, 61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4

Левосторонние среды ЛСС ($\epsilon' < 0$ и $\mu' < 0$) являются одним из наиболее ярких примеров искусственных сред (метаматериалов), свойства которых недостижимы для природных материалов [1]. ЛСС могут привести к созданию суперлинзы со сверхразрешением, покрытий невидимых для микроволнового и оптического диапазонов и т.д. [2]. Данная работа является еще одним экспериментальным примером реализации ЛСС.

Исследуемая в эксперименте структура (модель ЛСС) состояла из 3-х плоскопараллельных пластин феррита чередующегося с 4-мя полистироловыми пластинами напыленных плоских медных проволочек (Рис 1). Модель ЛСС, помещенная в волновод с поперечными размерами 7.2×3.4 мм², исследовалась в частотном диапазоне 21-40 ГГц. Вектор постоянного магнитного поля (0-7 кОе) был приложен перпендикулярно вектору переменного магнитного поля. Зона отрицательной магнитной проницаемости была обусловлена ферромагнитным резонансом в пластинах феррита, а зона отрицательной диэлектрической проницаемости была связана с тем, что исследуемый частотный диапазон находился ниже плазменной частоты для проволочной структуры такого типа [3]. Результаты эксперимента показали наличие пика пропускания -30 дБ (Рис.2), в частотной области перекрытия зоны отрицательной диэлектрической проницаемости и зоны отрицательной магнитной проницаемости. Была показана частотная перестройка положения данного пика от магнитного поля.

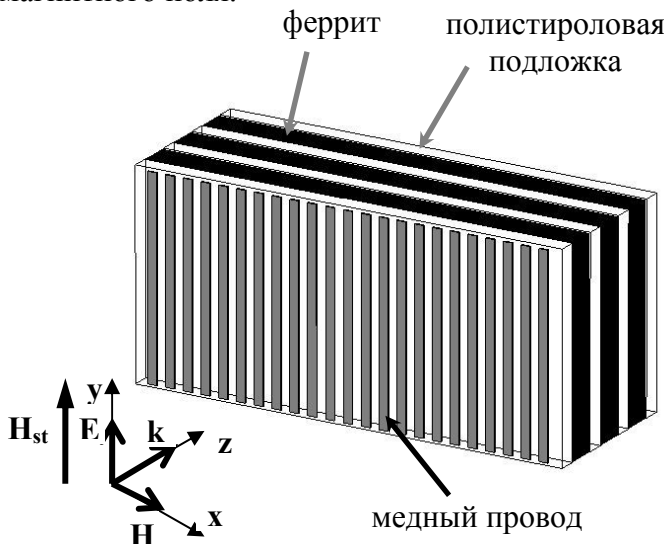


Рисунок 1 - Исследуемая структура

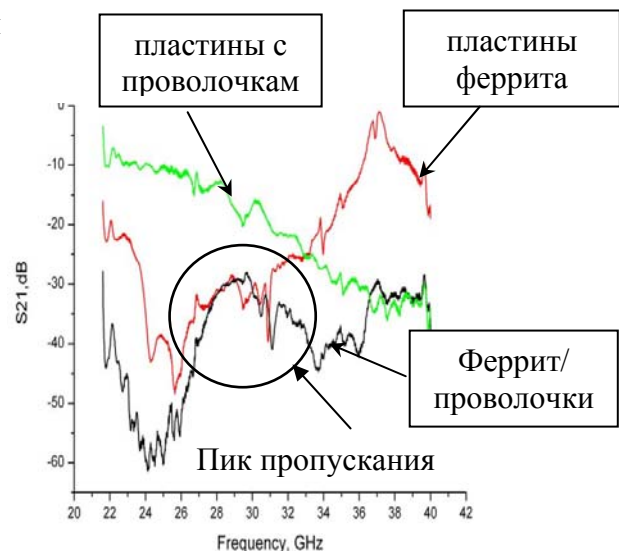


Рисунок 2 - Коэффициент пропускания ЛСС

- [1] Веселаго В.Г. Электродинамика веществ с одновременно отрицательными значениями ϵ и μ . //Успехи физ. наук. - 1967. - 92, N. 3. - Стр. 517.
 [2] J.B. Pendry et al. Negative Refraction Makes a Perfect Lens // Phys. Rev. Lett. - 2000. - 85, N. 18. - P. 3966.
 [3] J.B. Pendry et al. Low frequency plasmons in thin-wire structures // J. Phys.: Condens. Matter. - 1998. - 10. - P. 4785-4809.

REVIEW ON MAGNETO-OPTICAL EFFECTS IN FERROFLUIDS

Tomasz P. Warzocha

*Department of Theoretical Chemistry, Faculty of Chemistry
Maria Curie-Skłodowska University
Marii Curie-Skłodowska Sq. 2, 20-031 Lublin, Poland
e-mail: twarzoch@vega.umcs.lublin.pl*

Ferrofluids are stable colloidal suspensions of magnetic nanoparticles, typically magnetite or cobalt, suspended in a suitable base fluid [1-3]. Brownian motion keeps the nanoscopic particles from settling under gravity and a surfactant layer, such as oleic acid, surrounds each particle to provide short-range steric hindrance and electrostatic repulsion between particles to prevent particle agglomeration.

Ferrofluids soon after their discovery in mid sixties gained great interest of scientific society due to its specific properties. The magnetic field induced structural anisotropy leads to many special magneto-optical properties such as The Kerr magneto-optic effect, magnetic birefringence and Faraday effect. Every single year, they find more and more applications. In many fields they have consolidated their position and nowadays are widely used as microelectromechanical/nanoelectromechanical sensors, actuators, in microfluidic/nanofluidic devices, as nanobiosensors, as targeted drug delivery vectors, in hyperthermia, in separations and cell sorting, for magnetic resonance imaging (MRI), and in immunoassays[2].

This review is focused mainly on already mentioned magneto-optical properties. I'm going to present theories and experiments explaining peculiar optical properties of ferrofluids[3-4], especially I'm going to compare results of experiments, computer simulations and predictions of theories. Moreover, actual and possible applications of ferrofluids due to their optical properties will be discussed.[5,6]

- R. E. Rosensweig, *Ferrohydrodynamics*, Dover Publications Inc., Mineola, New York, 1997.
- B. Berkovski, V. Bashtovoi, (Ed.), *Magnetic Fluids and Applications Handbook*, Begel Haouse, New York, 1996.
- C.Holm, J.J.Weis "The structure of ferrofluids: A status report" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 10, 3-4 (2005) 133-140.
- C.P.Pang, C.T. Hsieh and J.T. Lue "A study of magneto-optical effect in dilute Fe₃O₄ ferrofluid by attenuated total reflection, ferromagnetic resonance and Faraday rotation" *J. Phys. D: Appl. Phys.* 36 (2003) 1764–1768.
- M. Klokkenburg, B.H. Erne, V.Mendelev and A.O. Ivanov, *J. Phys.: Condens. Matter* 20 (2008) 204113
- S.S. Nair, J. Thomas, C.S.S.Sandeep, M.R.Anantharaman and R. Philip „An optical limiter based on ferrofluids" *Appl. Phys. Lett.* 92 (2008) 171908
- L. Martinez, F.Cecelja, R. Rakowski "A novel magneto-optic ferrofluid material for sensor applications" *Sensors and Actuators A* 123–124 (2005) 438–443.

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

III Young Researcher Career Development Workshop

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials

РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

МЕТАМАТЕРІАЛИ

МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

БІОФІЗИКА

ВЛИЯНИЕ УШИРЕНИЯ УРОВНЕЙ И ПЕРЕГРЕВА ЭЛЕКТРОНОВ НА ВОЛЬТ-АМПЕРНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ТУННЕЛЬНЫХ СТРУКТУР НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КЛАСТЕРАХ

А.В. Бабич, В.В. Погосов

Запорожский национальный технический университет
69063, г. Запорожье, ул. Жуковского, 64
e-mail: andrei_babich@mail.ru

В молекулярных приборах в качестве ключевых компонент используются островки-кластеры атомов. На экспериментальных ВАХ наблюдается щель тока и сглаженные ступени кулоновской и квантовой лестниц, которые еще больше размываются с повышением температуры системы.

Общей чертой экспериментальных ВАХ молекулярных структур является тот факт, что зависимости $I(V)$ представляют собой плавные линии вне щели тока. Даже при низких температурах кулоновская блокада и квантовая лестница значительно размываются. В эксперименте [1] было обнаружено, что щель тока в структуре на диске радиусом 4 нм исчезает с ростом температуры от 5 до 300 К. Для сферических гранул аналогичная особенность также отмечена в диапазоне 30–300 К [2]. Такая “аномальная” температурная зависимость режима кулоновской блокады и сильного квантования не находит объяснения в рамках концепции квазиравновесного электронного газа и резонансного протекания тока через стационарные состояния электронов в кластере.

Целью работы является объяснение вышеперечисленных особенностей ВАХ на основе уширения уровней за счет туннельного эффекта и перегрева электронного газа в островке с ростом напряжения смещения.

В работе исследовано влияние уширения уровней и перегрева электронной подсистемы островкового электрода-кластера на характер вольт-амперной характеристики (ВАХ) трехэлектродной структуры (молекулярного транзистора). Нижняя оценка уширения для электронных уровней в дискообразных и сферических золотых кластерах основана на туннельном эффекте локализованных электронов для случая нулевого смещения и наличия кулоновской блокады. В двухтемпературной модели металлического кластера с учетом размерной зависимости дебаевской частоты оценена кинетическая температура электронов в зависимости от напряжения смещения.

Эффекты уширения и перегрева приводят к сильной сглаженности ВАХ даже для кластера состоящего из десятка атомов, что и наблюдается в экспериментах.

Результаты данной работы могут быть использованы для интерпретации результатов экспериментов по измерению ВАХ трехэлектродных структур на металлических кластерах и развитию фундаментальной теории одноэлектронного туннелирования.

1. B. Wang, X. Xiao, X. Huang, P. Sheng, J.G. Hou.– Appl. Phys. Lett.– 77.– 1179 (2000).
2. T. Ohgi, D. Fujita. Phys. Rev.– 66.– 115410 (2002).

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И РАСЧЕТА ОПОРНОГО СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТЫ

Н. В. Варавин

*Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»
научно-исследовательский комплекс «Ускоритель»
61108, г. Харьков, ул. Академическая, 1
e-mail: VaravinNikita@yandex.ru*

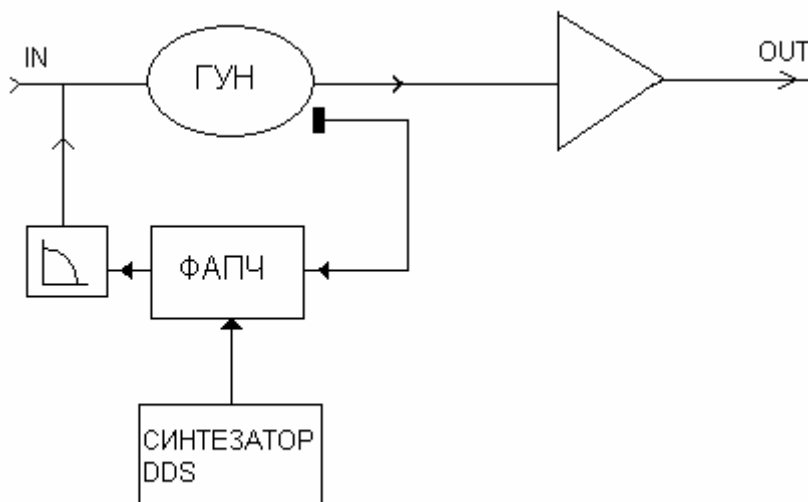
В работе рассматриваются принципы построения и расчета опорного синтезатора частоты для систем возбуждения сверхмощных клистронов.

Для формирования импульсов применяется метод линейно частотной модуляции сигналов накачки. Для реализации подобного метода необходимы быстрые синтезаторы частоты с высокой стабильностью фазы и частоты диапазона 2,5- 3 ГГц.

В работе рассмотрен метод построения такого синтезатора на основе системы ФАПЧ и цифрового синтезатора частоты в качестве регулирующего элемента. Этот метод основан на сравнении частоты ГУН (генератора управляемого напряжением) с опорной частотой. В данном случае генератором опорной частоты выступает цифровой синтезатор частоты. Рассмотрены предельные параметры, которые могут быть получены в данной структуре, сформулированы требования к элементам и узлам системы.

К основным достоинствам этого метода относятся: высокая скорость установки фаз, стабильность частоты порядка 10^{-10-11} , сверхмалый шаг перестройки частоты с точностью до 1мкГц⁽¹⁾. Также не маловажными преимуществами описываемой схемы являются малые габариты установки, автономность, возможность частотной перестройки и стабильность параметров при изменении температурных режимов.

Использование такой системы может позволить существенно улучшить энергетические параметры пучка на выходе линейного ускорителя электронов.



1. <http://www.analog.com/en/rfif-components/direct-digital-synthesis-dds/ad9833/products/product.html>

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ОР ГДИ ММ ДИАПАЗОНА.

Желтов В.Н., Цвык А.И.

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: gdr@ire.kharkov.ua

Получены аналитические соотношения для траекторий движения электронов в ГДИ с учетом влияния потенциала зеркал ОР на электронный поток (ЭП). Проведены численные расчеты траекторий движения электронов для различных параметров электронно-оптической системы (ЭОС) в ГДИ. Исследовано формирование структуры ЭП в зависимости от фокусирующего магнитного поля, начальных условий на катоде, толщины щели анода (в случаях короткофокусной или длиннофокусной линзы) и ускоряющего напряжения.

Показано, что потенциал на зеркалах ОР приводит к существенному изменению структуры ЭП (траекторий), в частности амплитуды статических пульсаций электронов вблизи поверхности дифракционной решетки.

Основные результаты представлены в виде графиков имеющих практическое значение для создания ГДИ мм и субмм. диапазона длин волн.

СПИНОВЫЙ ТРАНСПОРТ В СПЛАВАХ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

С.П. Репецкий¹, В.В. Лизунов², Ю.В. Карпенко²

¹*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
03680, м. Київ, просп. Акад. Глушкова, 2*

²*Національний технічний університет України «Киевский Политехнический
Институт»
03056, м. Київ, просп. Перемоги, 37
E-mail: teors@mail.ru*

Развит метод расчета проводимости неупорядоченных систем с сильными электронными корреляциями. Метод основан на теории многократного рассеяния. Получено кластерное разложение для двухчастичной функции Грина (электропроводности) неупорядоченной системы с учетом электрон-электронного и электрон-фононного взаимодействий. В качестве нулевого одноузельного приближения в этом разложении выбирается приближение когерентного потенциала. Полученные выражения позволяют исследовать явление спинового транспорта в сильнокоррелированных системах. Проведен расчет спинового транспорта для эквиатомного сплава Fe-Co. Показано, что разница потоков электронов с различной ориентацией спина зависит от положения уровня Ферми относительно квазищели в энергетическом спектре электронов.

ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТАНТИ ЗСУВУ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ В МОНОКРИСТАЛАХ n-Si ПРИ НАЯВНОСТІ РАДІАЦІЙНИХ ДЕФЕКТІВ

Федосов А.В., Луньов С.В., Захарчук Д.А., Федосов С.А., Панасюк Л.І.

Луцький національний технічний університет
м. Луцьк, вул. Львівська 75, 43018, Україн
e-mail: zachdim@mail.ru

Для вивчення впливу радіаційних дефектів на тензоефекти в n-кремнії в даній роботі досліджувались монокристали n-Si ($\rho_{300K} = 30$ Ом) з вихідною концентрацією $n_e = 1,24 \cdot 10^{14}$ см⁻³, опромінені γ -квантами Co^{60} дозою $1,9 \cdot 10^{17}$ кВ/см². Доза опромінення вибиралась такою, щоб на температурній залежності концентрації носіїв струму чітко проявлявся енергетичний рівень $E_c - 0,17$ еВ, що належить А-центру (комплекс вакансії з міжвузловим атомом кисню) [1].

В умовах термодинамічної рівноваги

$$\frac{n_2}{n_1} = \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right) = C = \frac{1 - \frac{\rho_x}{\rho_\infty}}{2 \cdot \left(\frac{\rho_x}{\rho_\infty} K - 1\right)}, \quad (1)$$

де K - параметр анізотропії рухливості для n-Si в напрямку [100], n_1 - концентрація електронів в мінімумах, які опускаються вниз по шкалі енергій а, n_2 відповідно - в мінімумах, які піднімаються вгору по шкалі енергій. ΔE - енергетична щілина між мінімумами, які піднімаються і опускаються відповідно, S_{11}, S_{12} - константи жорсткості, Ξ_u - константа зсуву деформаційного потенціалу [1].

Логарифмуючи вираз (1), отримаємо (в координатах $\ln C$ і X) рівняння прямої:

$$\ln C = -\frac{\Xi_u (S_{11} - S_{12}) X}{kT}, \quad (2)$$

за нахилом якої (при $T = \text{const}$) можна визначити Ξ_u .

Залежність в координатах $(\ln C, X)$ має бути строго лінійною в умовах повної іонізації рівня радіаційних дефектів $E_c - 0,17$ еВ. Відхилення від лінійності залежності $\ln(C \cdot 10^3) = f(X)$ (при $T = 77K$), яке спостерігалось в області $X > 5000$ кГ/см² пов'язане з відсутністю повного виснаження рівня $E_c - 0,17$ еВ і залежністю від X величини енергетичної щілини між глибоким рівнем і дном зони провідності. В даному випадку значення Ξ_u слід визначати лише для $X < 5000$ кГ/см², де лінійність $\ln(C \cdot 10^3)$ від X ще не порушується. При $T = 77K$, згідно (2), $\Xi_u = 8,72$ еВ. При $T > 77K$ лінійність залежності $\ln(C \cdot 10^3) = f(X)$ буде порушуватись за рахунок зміни вкладу міждолинного розсіяння [2].

Література

1. Баранський П.І., Федосов А.В., Гайдар Г.П. Фізичні властивості кристалів кремнію та германію в полях ефективного зовнішнього впливу. - Луцьк. "Надстир'я", 2000.- 280 с.
2. Walton A. K., Williams G. P., Reddy K. V. K. Deformation Potentials of Germanium and Silicon by Differential Spectroscopic Observations of Their Indirect Absorption Edges // Phys. State. Sol.(b)- 1971. -V.47, №1, -p. K29-K32.

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ КЛАССА E НА ОСОВЕ SiC ТРАНЗИСТОРА

Д.Г. Макаров, В.Г. Крыжановский, В.А. Принцовский
Донецкий Национальный Университет
83055, г. Донецк, ул. Университетская, 24
e-mail: den_maklaud@mail.ru

В настоящее время внимание разработчиков электронных СВЧ устройств все больше привлекают транзисторы, выполненные на основе широкозонных полупроводников (SiC, GaN). Высокое допустимое напряжение до 100 В, малая межэлектродная емкость, высокая теплопроводность – сочетание этих свойств позволило поднять уровень выходной мощности, упростить согласование, реализовывать широкополосные усилители мощности (УМ).

Целью настоящей работы является разработка, моделирование и экспериментальное исследование широкополосного УМ класса E на транзисторе CRF24010. В классическом УМ класса E транзистор работает в ключевом режиме, формы тока и напряжения на ключе не переключаются, что позволяет получить максимальный теоретический КПД 100%.

В диапазоне СВЧ вместо цепи на сосредоточенных элементах предпочтительнее использовать выходную цепь, построенную на полосковых линиях. Цепь должна обеспечивать на первой гармонике импеданс, равный

$$Z_1 = R \cdot (1 + j \operatorname{tg} 49.052^\circ) \quad (1),$$

где R – сопротивление, определяемое из задаваемых значений выходной мощности и напряжения питания. На высших гармониках цепь должна обеспечивать режим холостого хода [1]. Для реализации необходимых условий на двух отличающихся частотах f_1 и f_2 необходимо использовать многорезонансную цепь с применением комбинаций нескольких шлейфов и линий. Для двух рабочих частот надо реализовать значение нагрузочного импеданса на транзисторе для каждой из частот согласно выражению (1), а в диапазоне высших гармоник от $2f_1$ до $2f_2$ и от $3f_1$ до $3f_2$ – режим холостого хода.

Так как сопротивление данного транзистора в открытом состоянии равно 15 Ом, это значительно ограничивает максимально достижимый КПД в классе E, поэтому необходимо учитывать критерий реализуемости класса E: $R_{on} < 0.100152 \frac{V_{dd}^2}{P_{out}}$, где R_{on} – сопротивление в

открытом состоянии, V_{dd} – напряжение питания, P_{out} – выходная мощность [1]. Исходя из этого, для реализации усилителя были выбраны напряжение питания 29 В, выходная мощность 5 Вт, диапазон частот 400–500 МГц.

По результатам моделирования методом гармонического баланса и применением модели Матерки-Каспрчака с не зависящими от напряжения емкостями затвор-исток и сток-исток [2, 3] усилитель развивает 7,5 Вт выходной мощности в полосе частот 380–500 МГц с КПД 65%, что выше, чем в [3] за счёт снижения рабочей частоты при напряжении питания 29 В.

[1] Крыжановский В.Г. Транзисторные усилители с высоким КПД. Донецк: Апекс, 2004 – 448 с.

[2] Кищинский А. А. «Усилители мощности диапазона 0.8-2.5 ГГц на SiC-транзисторах» / В кн. «16-я международная Крымская конференция "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии" Севастополь, 11-15 сентября 2006 г.: Материалы конференции» – Севастополь: "Вебер", 2006.– С.171-172.

[3] Makarov D.G., Printsovskii V.A., Krizhanovski V.G., Kistchinsky A.A. SiC MESFET class E microwave power amplifier/ МІКОН-2008. XVII International Conference of Microwaves, Radar and Wireless Communication. Poland, Wroclaw, May 19-21, 2008, Conference Proceedings, vol. 3. –P.591-593

ВЛИЯНИЕ НЕИДЕАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ИНТЕРФЕЙСА НА ОТРАЖЕНИЕ МАГНИТОУПРУГИХ ВОЛН В ФЕРРОМАГНЕТИКАХ

Ю.И. Горобец, С.А. Решетняк, Т.А. Хоменко

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
03056 Киев пр-т. Победы, 37.
e-mail: homenko_t@ukr.net*

Изучение особенностей различных волн в твёрдых телах необходимо не только для описания явлений, связанных с их распространением, но и для совершенствования устройств, основанных на использовании волн, а также расширения областей их технического применения. Значительное расширение возможностей изготовления и применения в микроэлектронике магнитных материалов с заданными свойствами, достигнутое благодаря прогрессу в области нанотехнологий, позволяет конструировать новые приборы, действие которых основано на характерных эффектах, обусловленных наличием магнитных и упругих взаимодействий.

В настоящей работе мы предлагаем изучить поведение магнитоупругих волн в приближении геометрической оптики на примере ферромагнетика с одноосной магнитной анизотропией и однородными упругими свойствами. Подобный подход использовался в работе [1] для описания отражения спиновых волн. Мы рассматриваем магнитоупругие волны, распространяющиеся перпендикулярно к интерфейсу двух полубесконечных однородных ферромагнетиков с разными параметрами обменного взаимодействия и одноосной анизотропии с помощью ВКБ - метода [2].

Целями нашего исследования являются: 1) получение выражений для определения коэффициентов отражения и прохождения магнитоупругих волн с учётом обменных свойств интерфейса; 2) исследование зависимостей интенсивности отражённой волны от частоты волны и постоянного внешнего магнитного поля; 3) анализ изменения интенсивности отражения при изменении значения параметра A , характеризующего обмен в интерфейсе.

С помощью выражений для определения коэффициентов отражения и прохождения представляется возможным, получить зависимости интенсивности отражённой магнитоупругой волны для разных значений параметра A . Анализ этих зависимостей показал, что интенсивность отражённой магнитоупругой волны существенно зависит от параметра A , характеризующего обмен в интерфейсе, что особенно важно при малых значениях этого параметра. При уменьшении значения параметра A , обмен в интерфейсе ослабевает и, следовательно, интенсивность отражённой волны возрастает. Случай $A=0$ соответствует отсутствию обмена в интерфейсе, а случай $A \rightarrow \infty$ соответствует идеальной границе.

Кроме того, зависимости интенсивности отражения от частоты существенно отличаются по характеру для разных компонент магнитоупругой волны.

Все вышеупомянутые особенности отражения магнитоупругих волн в ферромагнетиках играют важную роль и должны быть приняты во внимание при построении новых приборов микроэлектроники.

[9] Горобец Ю.И., Решетняк С.А. Отражение и преломление спиновых волн в одноосных магнетиках в приближении геометрической оптики // ЖТФ. – 1998.- 68, №2.-С. 60-64.

[10] Морс Ф.М., Фешбах Г. Методы теоретической физики. - т.2. – Москва, 1960.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗРЯДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИДКОСТИ

Булгаков А. А., Ефимов Б. П., Кулешов А. Н., Хорунжий М. О., Хуторян Э. М.

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail:jean@ire.kharkov.ua

В последние годы исследователей привлекает феномен шаровой молнии (ШМ) и ее возбуждение в лабораторных условиях [1-2]. Предложено большое количество моделей для объяснения возникновения ШМ, процессов ее зарождения, времени жизни и энергетических процессов, происходящих внутри плазменного образования [3-4]. Однако существующие на данный момент модели не достаточно хорошо описывают все явления, происходящие при возбуждении ШМ.

Нами в лабораторных условиях были воспроизведены условия для возникновения шаровой молнии и изучены процессы, происходящие при образовании плазмоида. Основной упор был акцентирован на разрядный процесс в жидкости, инициирующий выброс в атмосферу долгоживущего плазмоида. Исследования велись в двух направлениях: 1) поиск излучений из водной среды в процессе электрического разряда и 2) анализ структуры жидкости во время разряда, в виде распространяющихся волн плотности для выяснения электродинамических свойств жидкости. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что зарождающаяся плазма во время электрического пробоя в жидкости интенсивно излучает электромагнитные волны в широком диапазоне частот – от длинноволнового сантиметрового до светового. Механизмы зарождения этого излучения можно связывать с электрической накачкой атомов и молекул диссоциированной жидкости на вращательные, колебательные и электронные уровни и переизлучением в пространство. Возможен также и механизм магнитотормозного излучения из среды, вызванный наличием в плазме потока высокоэнергетичных быстрых электронов.

Также анализировались возмущения, происходящие в водной среде с помощью регистрации сигналов с пьезодатчиков. Было установлено, что образующиеся волны плотности распространяются в вертикальном и горизонтальном направлениях неодинаково.

В работе приведены временные реализации разрядных процессов, а также сделаны фотоснимки разрядов, эпюры сигналов с СВЧ детекторов для типовых электрических разрядов в водной среде с энергией не превышающей 10кДж.

Для объяснения полученных нами, а также имеющихся в литературе данных о существовании ШМ предложена модель существования неоднородных комплексных электромагнитных волн в слоистой среде, образованной волнами плотности жидкости. Для периодической среды из диэлектрика и плазмы найдены комплексные корни дисперсионного уравнения и построены распределения ВЧ полей с замкнутым потоком энергии, соответствующих этим корням. Мы предполагаем, что при значительной концентрации электромагнитного поля в такой волне возможна ионизация молекул среды, и как следствие существование плазменного образования.

- [1] *Egorov A.I. and Stepanov S. I. Long-lived plasmoids produced in humid air as analogues of ball lightning // Technical Physics, vol. 7, no. 12, pp. 1584-1586, December 2002.*
- [2] *Turner D. J. The Structure and Stability of Ball Lightning // Philosophical Transactions: Physical Sciences and Engineering, vol. 347, No. 1682, pp. 83-111, April 1994.*
- [3] *Naugolnyh K. A. and Roi N. A. Electrical Discharges in Water, Moscow, Nauka, 1971.*
- [4] *Kapitsa P. L. The nature of ball lightning // Dokl. Akad. Nauk USSR, 101 (1955), 245-248.*

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

III Young Researcher Career Development Workshop

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials

РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

МЕТАМАТЕРІАЛИ

МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

БІОФІЗИКА

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ МОД БЕСКОНЕЧНОЙ ЦЕПОЧКИ КВАНТОВЫХ ПРОВОДОВ

В.А. Белобров

*Институт Радиофизики и Электроники НАН Украины
Украина, Харьков 61085, ул. Ак. Проскуры 12
e-mail: volodia.byelobrov@gmail.com*

Современные технологии позволяют выпускать устройства, основанные на одном или нескольких квантовых проводов погруженных в эпитаксиально выращенные полупроводниковые микрорезонаторы. Квантовый провод имеет несколько преимуществ по сравнению с квантовым колодцем, на пример, его лучшая термальная стабильность, более низкое химическая активность и более высокая механическая прочность.

Мы рассматриваем резонатор состоящий из параллельных оси Z и периодичных относительно оси X диэлектрических цилиндров радиуса a с расстоянием p между ними. Предположим, что электромагнитное поле гармонически зависит от времени ($\sim e^{-i\omega t}$) и постоянно по координате z . Мы будем изучать двухмерную лазерную задачу (ЛЗ) на собственные значения. Для двух поляризаций мы используем функцию $U(x, y)$, которая будет обозначать компоненты поля E_z или $Z_0 H_z$. U должна удовлетворять уравнение Гельмгольца с коэффициентами $(k')^2 = k^2 v^2$, где $v = \alpha - i\gamma$ ($\alpha > 0$ показатель преломления и $\gamma > 0$ усиление) для поля внутри каждого цилиндра и k^2 вне них. Также U должна удовлетворять условию конечности поля в конечной области и условию излучения на бесконечности. Хотя наиболее общая ситуация включает случай псевдопериодичности $U(x + p, y) = U(x, y)e^{i\beta p}$, в последующих выкладках мы будем предполагать, что $\beta = 0$. Мы ставим задачу получить ненулевое решение для однородного уравнения. Все указанные условия приводят к следующему детерминантному уравнению

$$\text{Det}[I + A(\kappa, \nu; \xi, \alpha)] = 0, \quad A_{mn} = \frac{V_n(\kappa, \nu) J_m(\kappa)}{F_n(\kappa, \nu) J_n(\kappa)} S_{mn}(\kappa \xi) \quad (1)$$

$$F_m(\kappa, \nu) = \kappa' J_m(\kappa') H_m^{(1)'}(\kappa) - \kappa J_m'(\kappa) H_m^{(1)}(\kappa) \quad (2)$$

$$V_m(\kappa, \nu) = \kappa J_m'(\kappa) J_m(\kappa) - \kappa' J_m(\kappa') J_m'(\kappa) \quad (3)$$

$$S_{mn} = 2 \sum_{s>0} H_{n-m}^{(1)}(\kappa \xi s) \quad (4)$$

Здесь $\kappa = ka$, $\kappa' = kav$, $\xi = p/a$ и S_{mn} - это решеточные суммы, которые очень медленно сходятся и требуют специального подхода [2]. Уравнение (1) содержит матрицу Фредгольма второго рода, так как её элементы A_{mn} стремятся к нулю достаточно быстро при $n, m \rightarrow \infty$.

Детерминантное уравнение (1) сводится к характеристическому уравнению одного цилиндра $F_m(\kappa, \nu) = 0$ если $\xi \rightarrow 0$ (или расстояние между цилиндрами стремится к бесконечности), так как в этом случае решеточные суммы стремятся к нулю.

[11] A.I. Nosich, E.I. Smotrova, S.V. Boriskina, T.M. Benson, P. Sewell, "Trends in microdisk laser research and linear optical modelling", *Optical and Quantum Electronics*, vol. 39, pp. 1253-1272, 2007.

[12] C.M. Linton, "The Green's function for the two-dimensional Helmholtz equation in periodic domains", *J. Engineering Mathematics*, vol. 33, pp. 377-402, 1998.

NEW POLYMER MATERIALS IN FIBRE TECHNOLOGY

Małgorzata Gil¹, Jan Rayss¹, Andrzej Gorgol¹, Wiesław Podkoscielny¹, Jan Widowski¹

¹*Department of Optical Fibre Technology
Marie Curie Skłodowska University, Lublin
e-mail: goha.fibre@gmail.com*

Epoxy resins are a group of synthetic resins used to make plastics and adhesives. High resistance to chemicals and outstanding adhesion, durability and toughness have made them valuable as coatings. Because of their superior thermal, mechanical and electrical properties epoxy resins are widely used in the electronics. However, the further use of epoxies is limited because of their inherent brittleness. Improvements in heat resistance and toughness are also highly desired features. In most cases, enhancement of these characteristic is not achieved by improving only the structure of the epoxy resins.

An effective way to obtain materials with specific properties is to blend polymers. The concept of combining two or more different materials to obtain a new material with synergistic or additive properties has been widely used in polymer composites and polymer alloys.

Differential scanning calorimetry is a thermo analytical technique in which the difference in the amount of heat required to increase temperature of sample and reference are measured as a functions of temperature.

Epoxy resins can be modified by introduction into them thermoplastic polymers such as polysulfone (PSF), poly(ether sulfone) (PES) poly(ether imide) (PEI) and polyimide (PI) [1-2]. The thermoplastic polymer used to improve properties of resins needs to have high T_g and it has to be compatible in the epoxy matrix. To obtain an effective improvement in toughness large amount of thermoplastic polymer has to be used. Then the thermoplastic forms a continuous phase with the epoxy spherical domain, or the thermoplastic and the epoxy form a co-continuous phase [1-2].

Possible applications: new hard protective optical fibre clovers, “packaging”, matrixes for composite materials.

- [1] K. Mimura, H Ito, H. Fujioka, “Improvement of thermal and mechanical properties by control of morphologies in PES-modified epoxy resins”, *Polymer*, vol. 41, pp. 4451-4459, 2000.
- [2] K. Mimura, H. Ito, H Fujioka, “Toughening of epoxy resin modified with in situ polymerized thermoplastic polymers”, *Polymer*, vol.42, pp. 9223-9233, 2001.

КОГЕРЕНТНЫЙ ПЕРЕНОС НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА СКВОЗЬ ИНЖЕКТОР КВАНТОВО-КАСКАДНОЙ СТРУКТУРЫ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ПЕРЕХОДАМИ

М.В. Клименко

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14
e-mail: klimenko@kture.kharkov.ua*

Полупроводниковые лазеры с квантово-каскадными структурами (ККС) являются перспективными источниками лазерного излучения в ИК и ТГц диапазонах частот. История этих структур насчитывает более 30 лет, начиная с работы [1]. Возможность изготовления этих структуры появилась в последние десять лет. Несмотря на столь значительный промежуток времени, неясной в полной мере остается природа переноса носителей заряда сквозь инжектор, разделяющий две активных области и обеспечивающий перенос носителей из одного каскада в другой. Как было показано в [2], большинство процессов рассеяния сосредоточены в активной области. Это приводит к тому, что перенос сквозь инжектор большей частью является когерентным с большим временем дефазировки. В работе была построена теория оптического отклика ККС с вертикальными переходами [3] с учетом когерентного переноса носителей в инжекторе и эффектов многих тел. Существует несколько подходов к моделированию оптических свойств полупроводниковых структур, наиболее часто используются методы неравновесных функций Грина [2] и метод матрицы плотности [4]. Мы воспользовались последним, так как этот подход достаточно прост и позволяет легко учитывать корреляционные эффекты высших порядков. Используя ряд приближений, были получены полупроводниковые уравнения Блоха для ККС, решения которых позволяют получить оптические характеристики. Все результаты получены для модельной структуры, состоящей из активной области одного каскада, окруженной инжекторами, сквозь которые осуществляется перенос носителей между активной областью

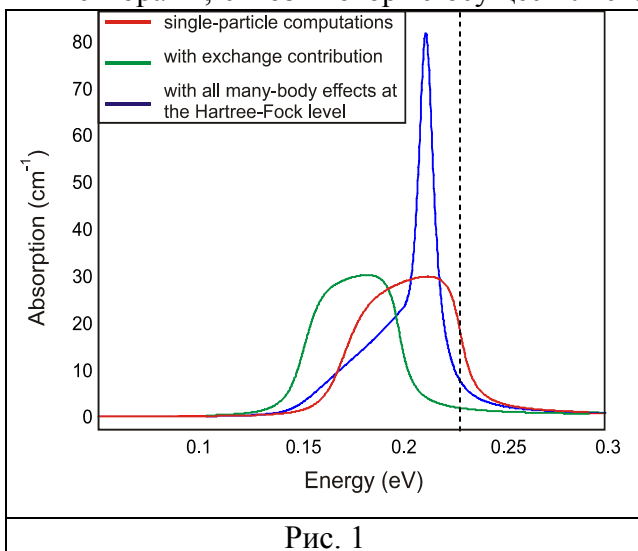


Рис. 1

и резервуарами. В резервуарах, в отличие от активной области, носители пребывают в термодинамическом равновесии и характеризуются постоянным во времени распределением Ферми-Дирака. На рис. 1 представлены вычисленные спектральные характеристики поглощения для рассматриваемой ККС с учетом когерентного переноса носителей в инжекторе. Эффекты многих тел были учтены на уровне Хартри-Фока. Когерентный транспорт сквозь инжектор влияет на динамику неравновесного распределения носителей в подзонах активной области, что отображается на оптических характеристиках.

- [1] Kazarinov R.F. and Suris R.A., "Theory of electrical and electromagnetic properties of semiconductor with superlattices", *Fiz. Tekh. Poluprov.*, vol. 5, pp. 797-800, 1971.
- [2] Lee S.C., Banit F., Woerner M. and Wacker A., "Quantum mechanical wavepacket transport in quantum cascade laser structures", *Phys.Rev. B*, vol.73, p. 245320, 2002.
- [3] Faist J. et al., "Vertical transition quantum-cascade laser with Bragg confinement excited state", *Appl.Phys.Lett.*, vol. 66, pp. 538-540, 1995.
- [4] Meier T., Thomas P. and Koch S.W., "Coherent semiconductor optics: From Basic Concepts to Nanostructure Applications", *Springer*, p.319, 2007.

КОМПЕНСАТОР ДИСПЕРСИИ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА

В.И. Липкина¹, А.С. Гнатенко¹, И.В. Гурьев¹, И.А. Сухоиванов^{1,2}

¹Лаб. «Фотоника» Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
6166, г. Харьков, пр. Ленина, 14

²FIMEE, Universidad de Guanajuato, Salamanca, Mexico
e-mail: vladlena_lipkina@mail.ru

Все дисперсионные эффекты, хотя и связаны с разными свойствами волокна, приводят к увеличению длительности передаваемых импульсов и, в конечном счете, к межсимвольной интерференции (ISI – Intersymbol Interference), затрудняющей распознавание сигналов после распространения по волокну. Хроматическая дисперсия (CD – Chromatic Dispersion) вносит заметные искажения при передаче сигнала. Различные спектральные компоненты информационного сигнала вследствие CD распространяются с различными скоростями, что приводит к расширению его спектра. Традиционным способом борьбы с CD в оптической области является использование оптических компенсаторов дисперсии. Обычно компенсатор содержит волокно с дисперсией противоположного знака (по отношению к дисперсии в стандартном волокне). Такая оптическая компенсация дисперсии хорошо зарекомендовала себя в линиях дальней связи, в которых расстояние между передатчиком и приемником постоянно.

В данной работе предложен компенсатор дисперсии на основе двумерного фотонного кристалла. Была спроектирована структура с различными радиусами элементов. Их увеличение производилось по мере удаления от входа устройства. Радиусы подбирались путем расчета зонных структур методом разложения по плоским волнам, а моделирование распространения излучения в структуре проводилось методом конечных разностей во временных интервалах. Структура спроектирована таким образом, чтобы меньшая длина волны отражалась, а большая длина волны проходила дальше по структуре. Таким образом была реализована чирпированная структура. В ходе работы были получены задержка импульсов на различных длинах волн, а также величина компенсируемой дисперсии в данном устройстве.

[1] A. Tavlove, “Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method”, Artech House, Norwood, MA, 1995.

FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF SPECIALTY PHOTONIC CRYSTAL FIBERS

Paweł Mergo¹, Jan Wójcik¹

¹*Department of Optical Fiber Technology, Faculty of Chemistry,
Maria Curie-Skłodowska University,
Skłodowska Sq 3, 20-031 Lublin, Poland
email: pawel.mergo@umcs.lublin.pl*

The microstructured fibres (MSFs) or photonic crystal fibres (PCFs), also called holey fibres, became in recent years a subject of extensive research. Those fibers has a large potential for a number of novel applications in the sensing domain.

The manufacturing flexibility of PCF allows fabricating different types of specialty microstructured fibres including endlessly single mode, double clad, germanium or rare earth doped, highly birefringent, and many other fibres with particular features.

It has been demonstrated that PCFs can be used in optical and telecommunication applications such as generation of supercontinuum and compensation of chromatic dispersion.

Polarization properties of MSFs are also very interesting. For example, it has been shown that modal birefringence in MSFs may exceeds 10^{-3} , which is one order of magnitude higher than birefringence in classical high birefringent (HB) fibres. High birefringence in PCF's fibres can be induced by filling factor asymmetry of the cladding, elliptical shape of the core or by elliptical shape of the holes.

It has been also shown that in the some group of photonic crystal fibres a single-polarization light transmission can be achieved. The polarizing PCFs described in literature exhibit different mechanisms of polarization discrimination such as intraband guidance in supersquare photonic bandgap structures or the dissimilarity in cut-off wavelengths for orthogonally polarized fundamental modes in the index guided structures.

There are also increasing interest concerning possible applications of PCFs as evanescent field sensors and surface plasmon resonance sensors for monitoring specific chemical compounds in gases and liquids.

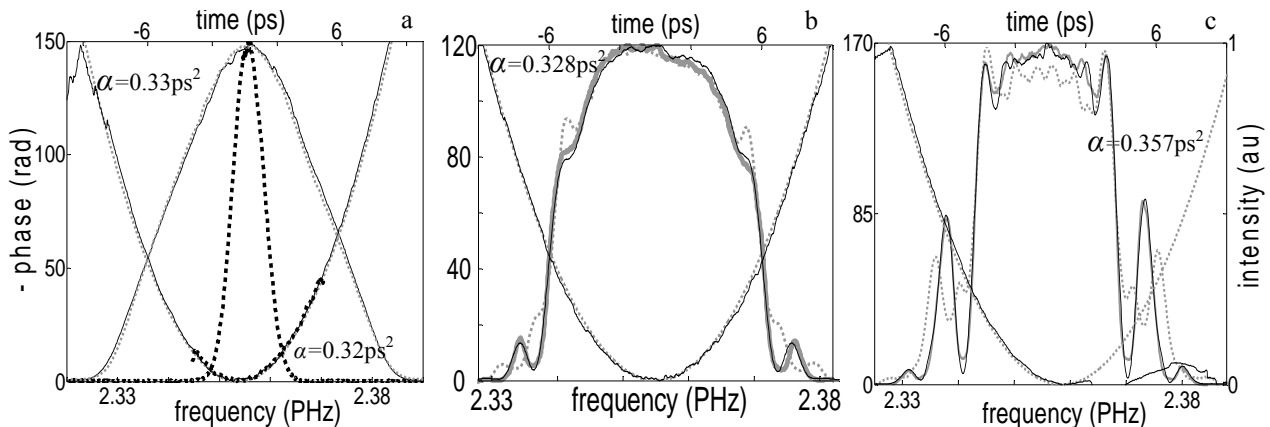
In the lecture present technology of fabrication and basic characterization of several kinds microstructured fibers made of silica and high silica glasses will be presented. The main point of view is sensing application of these fibers. Therefore, the low- and high birefringence index guided fibers with triangular lattice, very high birefringence passive and active fibers (rare earth doped – Nd and Er), new kind of single mode polarizing (named SMP) fiber composed with silica and high silica glasses and metallic silver. Also, new kind of single mode quadruple (named SMK) fiber composed with silica and high silica glasses and metallic silver layers deposited inside fiber holes.

САМОФОРМИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНО-СПЕКТРОННОГО СИМИЛЯРИТОНА В ВОЛОКННОМ СВЕТОВОДЕ БЕЗ УСЛИНЕНИЯ

К. Паланджян, А. Зейтунян, Г. Есяян, Л. Мурадян

*Лаборатория сверхбыстрой оптики, факультет физики, ЕГУ
ул. А. Манукяна 1, Ереван 0025, Армения
e-mail: kristipolan@yandex.ru*

С помощью метода спектральной интерферометрии экспериментально исследованы процесс генерации и свойства нелинейно-спектрального симиляритона, сформированного под совместным воздействием нелинейности и дисперсии в одномодовом волокне без усиления [1, 2]. В эксперименте начальное излучение фемтосекундного лазера делилось на две части. Импульс с меньшей мощностью служил в качестве опорного. Сигнальный импульс, с большей мощностью, сначала проходил через спектральный фильтр, в результате чего ширина спектра сужалась с 1 нм до 2 нм. Далее из этого импульса формировались импульсы с различными амплитудными профилями и вводились в волокно. В волокне спектры импульсов уширялись, но тем не менее их ширины не превосходили ширину спектра опорного импульса. Это позволяло по регистрируемому интерференционному спектру опорного и сигнального импульсов полностью восстановить спектральную фазу сигнального импульса. Рисунок иллюстрирует результаты для симиляритонов, генерированных из различных начальных импульсов: (а) - однопиковый, (b) и (c) - двухпиковые импульсы. Черной сплошной линией представлены спектр и спектральная фаза симиляритонов, серым пунктиром нарисованы аппроксимированная параболой спектральная фаза и восстановленный временной профиль. Черный пунктир (а) относится импульсу в случае дисперсионного распространения.



Спектральные фазы являются параболическими ($\phi = \alpha \omega^2 / 2$) с приблизительно одинаковыми коэффициентами α , зависящими только от дисперсионных свойств волокна. Параболическая фаза приводит к спектрально-временному отображению симиляритона. При используемой в эксперименте длине волокна соответствие между спектральными и временными профилями только качественно. Для получения количественного согласия должно быть использовано более длинное волокно, с целью увеличения коэффициента параболической фазы α : спектральные и временные профили симиляритона практически совпадают при увеличении α в 4 раза (сплошные серые кривые (b),(c)). Исследования показывают, что точность спектрально-временного отображения определяется степенью спектрального уширения и удлинения импульса.

- [1] G. Yesayan, K. Palanjyan, T. Mansuryan, A. Zeytunyan, L. Mouradian, P. Kockaert, P. Emplit, "Nonlinear-Spectronic Similariton of Single-Mode Fiber without Gain", in *Nonlinear Photonics, OSA Technical Digest (CD)*, paper JWA18, 2007.
- [2] T. Mansuryan, A. Zeytunyan, M. Kalashyan, G. Yesayan, L. Mouradian, F. Louradour, A. Barthélémy, "Parabolic temporal lensing and spectrotemporal imaging: a femtosecond optical oscilloscope", *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 25, pp. A101-A110, 2008.

ЛИНЕЙНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИКРОДИСКОВОГО ЛАЗЕРА, ОКРУЖЕННОГО ПАССИВНЫМИ КОЛЬЦАМИ.

Елена Смотрова

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины,
Ул. Прокура 12, Харьков, 61085 Украина
эл. адрес: elena.smotrova@gmail.com*

Микродисковый лазер с круговым рефлектором Брэгга (КРБ) является примером оптической структуры, состоящей из нескольких оптически связанных элементов, в которой активная зона не совпадает полностью со всей резонансной структурой. КРБ представляет собой резонатор, составленный из нескольких пассивных колец, промежутки между кольцами (канавки) заполнены оптически менее плотным материалом. В микролазере с КРБ луч накачки сфокусирован в центральном резонаторе и пятно накачки составляет несколько микрон в диаметре, чтобы предотвратить излучение света лазером на модах колец [1]. В этой работе мы исследуем простую конфигурацию такого типа - равномерно активный диск в КРБ, состоящим из одного - двух пассивных колец, пространство между диском и первым кольцом заполнено оптически менее плотным материалом. Анализ спектра и порогов генерации микродискового лазера с КРБ осуществляется с помощью лазерной задачи на собственные значения [2]. Векторная граничная задача на собственные значения сводится к плоской задаче с помощью метода эффективного индекса, и далее решается методом разделения переменных, что эффективно благодаря круговой симметрии структуры. Каждая мода активного диска распадается на мультиплет супермод, имеющих определенное число вариаций вдоль радиуса составной структуры (диск плюс кольца). Здесь мы изучаем влияние пассивных колец на лазерные частоты и пороги генерации активного диска. Зависимости спектров и порогов от толщины колец показывают возможность снижения величины порогов по сравнению с порогом в активном диске в свободном пространстве. Объяснения этим эффектам мы находим из анализа ближних полей. С помощью оптической теоремы показано, что степень перекрытия поля излучающей моды с активной зоной влияет на величину порога генерации данной моды.

- [13] Jebali A., Mahrt R.F., Moll N., Bauer C., Bona G.L., Bachtold W. "Lasing in organic circular grating structures", *J. Appl. Physics*, vol.96, no.6, pp.3043-3049, 2004.
- [14] Smotrova E.I., Nosich A.I., Benson T.M. and Sewell P. "Cold-cavity thresholds of microdisks with uniform and non-uniform gain: quasi-3D modeling with accurate 2D analysis", *IEEE J. Selected Topics in Quantum Electronics*, vol.11, no. 5, pp.1135-1142, 2005.

СОБСТВЕННЫЕ ВОЛНЫ ПЛАНАРНОЙ СЛОИСТОЙ МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

М.Ю. Видил, С.Л. Просвирнин

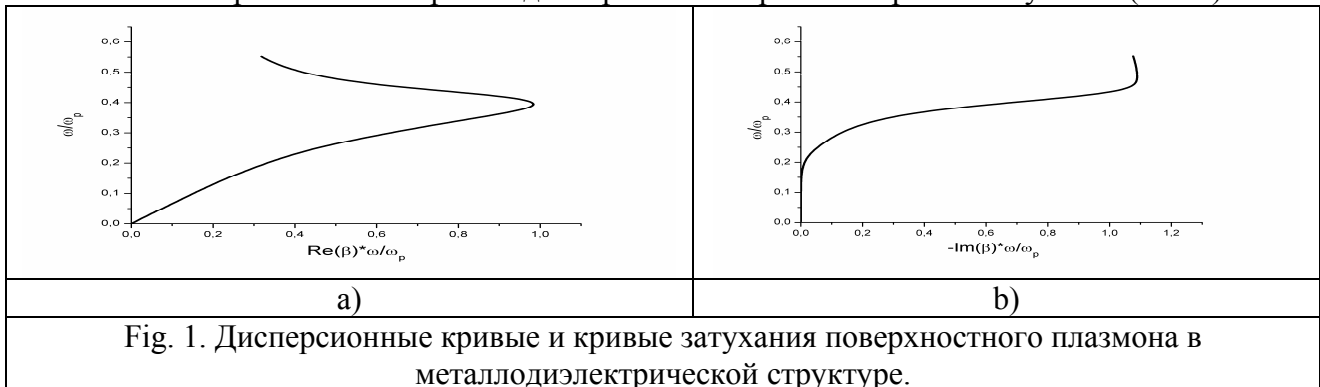
Радиоастрономический институт НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: vidil@rian.kharkov.ua

Известно, что в слоистой структуре свободное полупространство-слой металлодиэлектрическое полупространство могут распространяться два поверхностных плазмона [1]. В настоящее время технология производства пленок позволяет изготавливать планарные слоистые структуры для оптического и ближнего инфракрасного диапазонов. Если на подложку из диэлектрика положить решетку из ленточных металлических элементов, то данная структура будет обладать способностью к преобразованию поляризации падающей волны, резонансному отражению и прохождению волн. Такие структуры находят свое применение в очень большом числе приложений: они могут использоваться в качестве поляризационных и частотных фильтров, а также как высокоимпедансные и поглощающие поверхности. Определенный интерес представляет собой исследование распространения собственных электромагнитных волн в планарной слоистой металлодиэлектрической структуре. Анализ дисперсионных кривых $\omega/\omega_p = f(\beta c/\omega_p)$, позволит сделать оценку резонансной длины ленточных металлических элементов, которые могут быть вырезаны из металлической пленки нанесенной на диэлектрическую подложку.

Рассмотрим распространение собственных волн в металлодиэлектрической структуре. Слой металла с диэлектрической проницаемостью ϵ_2 , которая зависит от частоты расположен на диэлектрическом полупространстве с диэлектрической проницаемостью ϵ_3 . Сверху слой металла прикрыт слоем диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 . Свободное пространство имеет диэлектрическую проницаемость $\epsilon_0 = 1$. Поперечные волновые числа имеют следующий вид: для поля в свободном пространстве - $\gamma_0 = \sqrt{k_0^2 - \beta^2}$, для поля в диэлектрическом слое - $\gamma_1 = \sqrt{k_0^2 \epsilon_1 - \beta^2}$, для поля в слое металла - $\gamma_2 = \sqrt{k_0^2 \epsilon_2 - \beta^2}$ и для поля в диэлектрическом полупространстве - $\gamma_3 = \sqrt{k_0^2 \epsilon_3 - \beta^2}$. С помощью матрицы передачи первого и второго слоя мы можем записать дисперсионное уравнение для металлодиэлектрической структуры:

$$\left(\frac{\gamma_3}{\epsilon_3} + \gamma_0\right) + i \left(\frac{\gamma_1}{\epsilon_1} + \frac{\gamma_0 \gamma_3 \epsilon_1}{\gamma_1 \epsilon_3}\right) \operatorname{tg}(\gamma_1 h) + i \left(\frac{\gamma_2}{\epsilon_2} + \frac{\gamma_0 \gamma_2 \epsilon_2}{\gamma_2 \epsilon_3}\right) \operatorname{tg}(\gamma_2 h) - \left(\frac{\gamma_0 \gamma_2 \epsilon_1 + \gamma_1 \gamma_3 \epsilon_2}{\gamma_1 \epsilon_2 \gamma_2 \epsilon_3}\right) \operatorname{tg}(\gamma_1 h) \operatorname{tg}(\gamma_2 h) = 0$$

С помощью программы, написанной на языке FORTRAN дисперсионное уравнение было численно решено и построены дисперсионные кривые и кривые затухания (Рис.1).



[1] Anatoly V. Zayats, Igor I. Smolyaninov, Alexei A. Maradudi, “Nano-optics of surface plasmon polaritons”, *Physics Reports*, 408, pp. 131-314, 2005.

ОПТИЧЕСКИЙ ЗАХВАТ И МАНИПУЛИРОВАНИЕ МИКРООБЪЕКТАМИ С РАЗНЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

П.О. Ангельский, И.И. Мохунь

*Черновицкий Национальный Университет,
ул. Коцюбинского, 2, Черновцы, 58012, Украина
e-mail: p.angelsky@yahoo.com*

Захват и манипулирование частицами оказало революционное влияние в области светорассеяния, атомной физики, в биологических науках и других, которые могут быть отнесены к нано- и микро-технологии [1-3].

В общем, оптические пинцеты могут быть разделены на две большие группы: пинцеты с множественными и одной ловушкой соответственно.

Наиболее перспективный путь реализации первой группы приборов, как правило, подразумевает использование электрооптических модуляторов, которые позволяют нам создавать гибкие ловушки произвольной формы и порядка [2].

Но у этих приборов есть два главных недостатка:

1. Относительно большая стоимость такого оборудования.
2. Относительно малая дифракционная эффективность модуляторов, что вызывает большие энергетические потери при формировании оптической ловушки.

В то же время существует большой ряд практически важных проблем, где необходимы эффективные оптические пинцеты с одной ловушкой.

Такие приборы делятся на пинцеты со светлой ловушкой [1] и темной [3,4]. В то же время, темные ловушки могут быть разделены на вихревые [2-4] и ловушки без вихрей [4].

В работе показано, что все 3 типа ловушек могут быть интегрированы в одном устройстве на базе специального типа голограмм, сгенерированных компьютером.

Оптическая схема оптического пинцета показана на рис. 1.

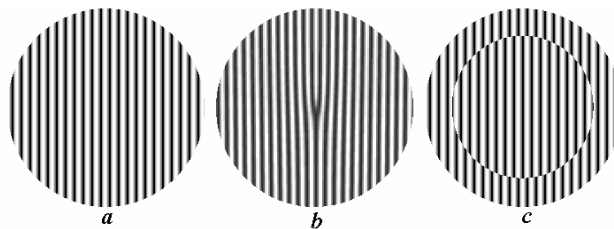
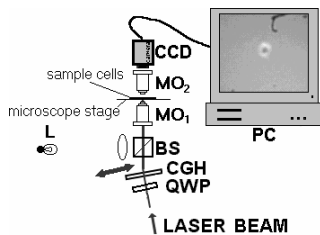


Fig.1. Экспериментальная установка

QWP-четверть-волновая пластинка;
CGH-копьютерно сгенерированная голограмма;
BS- делитель потока
МО-микрообъективы;
L-некогерентная лампа; CCD- камера.

Fig.2. Голограмма, сгенерированная компьютером для

формирования разного типа оптических ловушек

Главная пространственная частота одинакова для всех типов голограмм
a – “Гауссовая” голограмма; *b* – “вихревая” голограмма;
c – “безвихревая” голограмма.

Тип ловушки меняется простой заменой соответствующей части голограммы. Структура голограммы показана на рис.2.

Экспериментальные результаты захвата разных типов микрочастиц также представлены.

[1] Ashkin A, “Acceleration and trapping of particles by radiation pressure”, *Phys Rev Lett*, vol. 24, pp. 156-159, 1970.

[2] Grier D.G., “A revolution in optical manipulation”, *Nature*, vol. 424, pp. 810-818, 2003.

[3] Lang M.J., Block. S.M., “Resource Letter: LBOT-1: Laser-based optical tweezers”, *Am. J. Phys.*, vol. 71, pp. 201-215, 2003

[4] Brandel R.O., Demyanovski G.V., Mokhun I.I., “Vortexless and self-converging optical traps”, *SPIE Proc*, vol. 4829, pp. 485-486, 2002.

ВПЛИВ ТУРБУЛЕНТНОЇ АТМОСФЕРИ НА РОЗШИРЕННЯ СВІТЛОВИХ ІМПУЛЬСІВ ПРИ ПОШИРЕННІ НА ВЕЛИКІ ВІДСТАНІ

Р.А.Баськов^{1,2}, О.О.Чумак²

¹Національний університет «Києво-Могилянська академія»

04070, Київ, вул. Г.Сковороди, 2

²Інститут фізики НАН України

03028, Київ, проспект Науки, 46

e-mail: oleksa_baskov@ukr.net

При поширенні через турбулентну атмосферу лазерний пучок зазнає впливу випадкових флуктуацій показника заломлення. Ці флуктуації існують у зв'язку з випадковими змінами температури в атмосфері, які в свою чергу спричиняють варіації густини атмосфери. Характерні розміри неоднорідностей густини лежить в інтервалі від кількох міліметрів (внутрішній радіус турбулентних вихрів, l_0) до 100 м (зовнішній радіус, L_0). В зв'язку з таким широким розкидом значень для розмірів неоднорідностей, явища збільшення радіуса пучка і «блукання» пучка мають місце. Також для сильної турбулентності ефект збільшення довжини імпульсу (розширення імпульсу) може бути значним. Деякі негативні явища, такі як флуктуація часу потрапляння імпульсу до детектора і перекривання сусідніх імпульсів стають можливі. Метою даного роботи є дослідження ефекту розширення світлових імпульсів в найважливішому випадку, випадку поширення імпульсу на велику відстані.

Вплив атмосферної турбулентності обмежує використання квантової криптографії, тому що в її рамках в деяких базових моделях однофотонні імпульси використовуються як носії інформації. Загалом, в будь-яких високошвидкісних комунікаційних системах, де використовуються короткі імпульси (порядку пікосекунд), неоднорідності атмосфери можуть спричинити спотворення інформації, таким чином, обмежуючи використання високошвидкісних каналів зв'язку на великих відстанях[1].

Для опису поширення імпульсу ми використовуємо метод фотонної функції розподілу, який розвинутий в [2]. При даному підході задача полягає в розв'язку рівнянь руху для окремих фотонів, які піддаються впливу випадкової сили, пов'язаної з градієнтом показника заломлення. Припускаючи, що випадкова сила є слабкою, ми розв'язуємо ці рівняння використовуючи ітеративну процедуру. Під впливом цієї випадкової сили середнє квадратичне від перпендикулярної складової імпульсу фотона, q_{\perp} , з часом змінюється як $t^{1/2}$ (як броунівська частинка). Як результат, траєкторії окремих фотонів різняться від прямих ліній. Таким чином, фотони, що одночасно вилетіли із джерела потрапляють до детектора в різні моменти часу. Як наслідок, флуктуація часу потрапляння імпульсу до детектора, що проявляє себе в розширенні імпульсу, має місце. Окрім цього механізму, додаткове розширення імпульсу у зв'язку з флуктуаціями модуля групової швидкості фотонів також має важливе значення. В напрямку поширення фотонів їхня швидкість флюктує синхронно з флуктуаціями показника заломлення середовища. Ми враховуємо в вищеписаному підході обидва механізми. В рамках застосованого підходу отримано вираз для усередненої ширини імпульсу. Можна бачити, що існують обмеження на довжину імпульсу, що визначають наявність розширення імпульсу, обмеження такі ж, як в огляді [1]. У випадку сильної турбулентності ($C_n^2 \sim 10^{-13} \text{ м}^{-2/3}$) і великої відстані поширення ($L=10^4 \text{ м}$, $L_0=10 \text{ м}$) додатковий вклад в довжину імпульсу $\sim 1.5 \times 10^{-12} \text{ с}$, таке значення для розширення співрозмірне з довжиною імпульсів. Для випадку слабкої турбулентності ($C_n^2 \sim 10^{-15} \text{ м}^{-2/3}$) і тих самих відстаней вкладом можна знехтувати ($5 \times 10^{-14} \text{ с}$). Також показано, що вищезазначені механізми розширення імпульсу дають незалежні вклади.

[1] R. L. Fante, *Proc. IEEE*, vol. 63, p. 1669, 1975.

[2] G.P. Berman and A.A. Chumak, "Photon distribution function for long-distance propagation of partially coherent beams through the turbulent atmosphere," *Phys. Rev.*, A74, p. 013805, 2006.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЕТА, РАССЕЯННОГО НА ЧАСТИЦАХ ПЕРИСТЫХ ОБЛАКОВ

А.В. Бурнашов

*Институт оптики атмосферы СО РАН
634055, г.Томск, пр. Академический 1, Россия
e-mail: bvaleksey@iao.ru*

Перистые облака покрывают в среднем 20%-30% Земной поверхности и оказывают существенное влияние на климат. Поэтому, знание их оптических свойств необходимо для современного прогнозирования изменения радиационного бюджета Земли и, соответственно, они должны быть использованы при моделировании прогнозирования и изменения климата.

Оптические свойства ледяных кристаллических частиц в последние 20-30 лет рассматривались из предположения их хаотической ориентации [1]-[3]. Однако кристаллы довольно часто имеют свойство ориентироваться околоризонтально вследствие законов аэродинамики [4].

Фазовая функция света, рассеянного горизонтальными и преимущественно ориентированными ледяными пластинками и столбиками, рассчитывались в приближении геометрической оптики. Основные количественные характеристики гало (ложное солнце, паргелий 120°, дуги Пари и т.д.) были получены для разных пластинок и столбиков в зависимости от: направления падающего света, параметра формы. Параметризация фазовой функции для пластинок и для столбиков основывалась на вкладах узких угловых пиков (гало), которые были протабулированы как их весовые коэффициенты.

Кроме того, был проведен анализ вектора Стокса на основе модифицированной матрицы рассеяния.

[1] Muinonen K, Lumme K, Peltoniemi J, Irvine WM. "Light scattering by randomly oriented crystals", *Appl. Opt.*, vol. 28, pp. 3051-3060, 1989.

[2] Liou K.N, Takano Y, Yang P., "Light scattering and radiative transfer in ice crystal clouds: Applications to climate research." In: *Mishchenko M.I, Hovenier J.W., Travis L.D., editors. Light scattering by nonspherical particles: Theory, measurements, and applications. San Diego: Acad. Press*, pp. 417-449, 2000.

[3] Macke A, Mueller J, Raschke, "Single scattering properties of atmospheric ice crystals", *J. Atmos. Sci.*, vol. 53, pp. 2813-2625, 1996.

[4] Noel V. and Chepfer H, "Study of ice crystal orientation in cirrus clouds based on satellite polarized radiance measurements," *J. Atmos. Sci.*, vol. 61, pp. 2073-2081, 2004.

СИСТЕМА ВОЗБУЖДЕННЯ ДИСКОВОГО ДИЕЛЕКТРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА В КРИОДИЕЛЕКТРОМЕТРЕ

Р.В. Головащенко

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: roman.golovashchenko@ire.kharkov.ua*

Выбор оптимального возбуждения высокодобротных оптических микрорезонаторов на модах шепчущей галереи (МШГ) важен, в частности, для повышения эффективности лазерного излучения [1]. В миллиметровом диапазоне длин волн метод с использованием дисковых диэлектрических резонаторов (ДДР) на МШГ используется как один из наиболее точных для определения параметров материалов. При условии слабой связи возбуждающих элементов с ДДР вблизи резонанса тангенс угла потерь в веществе обратно пропорционален собственной добротности. Для проведения низкотемпературных измерений характеристик материалов необходимо обеспечить оптимальную и регулируемую связь ДДР разных размеров и исключить влияние окружающих ДДР металлических стенок рабочей ячейки.

В данной работе для криоэлектронметра [2] предлагается конструкция системы возбуждения ДДР диэлектрическими волноводами (ДВ) в диапазоне частот 50–80 ГГц в интервале температур 1–300 К. Продольное относительное перемещение ДДР и ДВ реализовано с помощью тяг и микровинтов. Симметричное изменение расстояния между ДВ и ДДР получено с использованием устройства в виде “ласточки хвоста”. На стенки рабочей ячейки наносилось поглощающее покрытие. Из зависимостей частоты и добротности одной из МШГ кварцевого ДДР при комнатной и гелиевой температурах, приведенных на рисунке 1, следует, что при расстоянии между ДВ и ДДР $d > 0.7 \cdot \lambda_0$, где λ_0 – длина волны, потери на связь становятся пренебрежимо малы. Полученные данные согласуются с результатами работ [1, 3]. Определено, что для исследования свойств широкого ряда материалов в 4-х миллиметровом диапазоне длин волн достаточным является диаметр ячейки, ограниченной экраном, равный 30 мм.

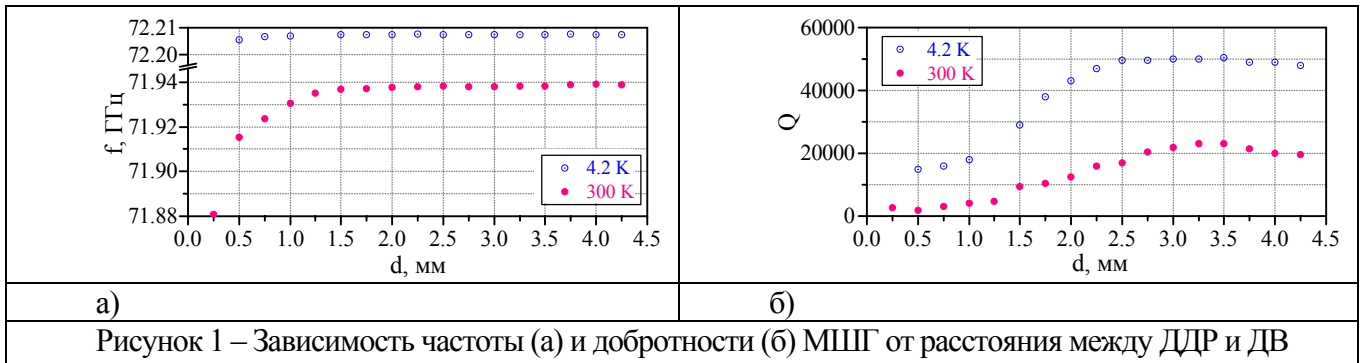


Рисунок 1 – Зависимость частоты (а) и добротности (б) МШГ от расстояния между ДДР и ДВ

Исследования выполнены на “Криомагнитном радиоспектроскопическом комплексе миллиметрового диапазона длин волн”, имеющем статус Национального достояния Украины (распоряжение Кабинета министров Украины от 27.12. 2006г. N 665-р).

- [1] Guo Z., Quan H., Pau S., “Near-field gap effects on small microcavity whispering-gallery mode resonators”, *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 39, no.24., pp. 5133–5136, 2006.
- [2] Деркач В.Н., Головащенко Р.В., Горошко Е.В., Недух С.В., Тарапов С.И., “Исследование диэлектрических материалов с малым поглощением в широком диапазоне температур”, *16-я Межд. Крымск. конф. “СВЧ-техника и телекоммуникац. технологии, КрыМиКо 2006: Мат. конф. – Севастополь: Вебер, с. 758–759, 2006.*
- [3] Dubreuil N., Knight J.C., Leventhal D.K., Sandoghdar V., Hare J., Lefèvre V., “Eroded monomode optical fiber for whispering-gallery mode excitation in fused-silica microspheres”, *Optics Letters*, vol. 20, no.8., pp. 813-815, 1995.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕРЕНИЯ РАССЕЯНИЯ ВОДОЙ В МАЛО-УГЛОВОМ ДИАПАЗОНЕ

М.Е. Ли, И.А. Калинин, О.В. Мартынов

Морской гидрофизический институт НАН Украины
99011, г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
e-mail: ivankoua@mail.ru

В настоящее время слабо изучены вопросы о влиянии спектральных полос поглощения света взвешенными в воде частицами на спектральные свойства рассеяния. Эта проблема становится всё более актуальной, учитывая, что проведённые результаты теоретического анализа показывают, что такое влияние существует, т.е. на спектре ослабления должны наблюдаться характерные пики, соответствующие максимумам и минимумам поглощения. Однако получить экспериментальные данные, подтверждающие это, пока не удавалось.

Измерения естественных вод океана показали, что основная изменчивость показателя рассеяния приходится на область малых углов. В различных естественных водах доля рассеянного излучения в мало-угловой области может достигать значений в 80-90%. Для описания рассеяния взвешенными частицами используют так называемое «приближение эквивалентных сфер». Однако в области малых углов у такого приближения возникают большие погрешности. Методика применения модели эквивалентных сфер в этой области перестаёт адекватно описывать процессы рассеяния.

Разработанная методика исследования спектральных характеристик рассеяния на малых углах дает возможность получить более точную информации о спектральных особенностях рассеяния в диапазоне малых углов на частицах биологического происхождения, что в свою очередь, позволит более корректно решать обратные задачи гидрооптики.

В общепринятых методах измерений рассеяния в области малых углов возникают значительные трудности из-за того, что распределение яркости света в фокальной плоскости приёмного объектива определяется не только светом, рассеянным водой, но и различными бликами, паразитным рассеянием на элементах оптической схемы и т.д. Вследствие этого, возникает проблема выделения весьма слабого сигнала на фоне засветки, который превышает полезный сигнал в 10^5 раз. В разработанной методике измерений применяется специфическая оптическая схема, позволяющая снизить процент фоновой засветки.

В результате спроектирована и изготовлена лабораторная установка для измерения спектров рассеяния проб воды в углах от 0.5 до 1.5 градусов с шагом 8 минут. Разработано программное обеспечение в среде LabView для управления работой установки, передачи данных измерений в ПК и первичной обработки информации. Проведены эксперименты по определению относительных спектров показателя рассеяния проб воды на малых углах.

[1] Маньковский В.И. “Основы оптики океана. Методическое пособие.” *Севастополь: МГИ НАНУ*, с. 120, 1996.

[2] Ли М.Е., Мартынов О.В., Шибанов Е.Б., “Новые принципы измерения индикатрисы рассеяния в широком диапазоне углов”, *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. // Севастополь: МГИ НАНУ*, вып.8, с.194-211, 2003.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ПО РАЗНОСТНЫМ ОТСЧЁТАМ В ДВУХКООРДИНАТНОМ ЛАЗЕРНОМ СКАНИРУЮЩЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ФАЗОВОМ МИКРОСКОПЕ

Ю.В. Пильгун, Е.Н. Смирнов

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
радиофизический факультет, кафедра квантовой радиофизики,
лаборатория акустооптики
01033, г. Киев, ул. Владимирская, 64
e-mail: ply@univ.kiev.ua*

Дифференциально-фазовый метод хорошо известен в микроскопии благодаря своим преимуществам по сравнению с другими интерферометрическими методами исследования поверхностей. Отличительными особенностями данного метода является высокая чувствительность по высоте профиля, а также хорошая виброзащищённость измерительного прибора за счёт дифференциального характера измерений. Поскольку в данном методе измеряется не сам профиль, а разность высот профиля объекта в соседних точках, то для получения информации о рельефе объекта необходима обработка измеренных данных. Для получения функции профиля можно провести численное интегрирование по строкам данных, по которым производилось сканирование объекта. Однако прямое построчное интегрирование даёт неудовлетворительный результат восстановления функции профиля. Из-за присутствия шумов в измерительной системе при интегрировании накапливаются ошибки, которые ведут к значительному расхождению данных о профиле в соседних строках, что является ошибкой восстановления.

Мы предлагаем способ восстановления профиля, который свободен от недостатков, связанных с накоплением ошибок. Восстановление в предлагаемом методе производится одновременно для всего профиля с использованием избыточности измеренных данных.

Дифференциально-фазовый метод позволяет получить два массива значений частных производных функции профиля объекта по двум перпендикулярным направлениям. При построчном интегрировании информация о производной в перпендикулярном направлении нужна только для определения граничных условий, и большая часть полученных данных не используется. Однако эту существенную избыточность измеренных данных можно использовать для получения достоверных данных в условиях присутствия шумов. Для этого предлагается использовать метод решения обратной задачи, сходный с методом наименьших квадратов. Зная поведение измерительной системы, мы будем искать такую функцию профиля, которая при дифференцировании по одной и по другой координате будет давать результаты, наиболее близкие одновременно к обоим измеренным массивам данных. Фактически, мы осуществляем аппроксимацию по критерию наименьшего квадратичного отклонения, однако делаем это одновременно для двух измеренных массивов, минимизируя отклонения от значений обеих частных производных.

Следует заметить, что обычно обратные задачи такого типа решить простым способом наименьших квадратов не удастся и приходится прибегать к различным регуляризирующим поправкам. Обычно, в качестве дополнительного условия к задаче добавляется некая априорная информация (например, о равномерности её решения), после чего удаётся получить адекватное восстановление. В нашем случае, за счёт существенной избыточности данных, не приходится прибегать к методам регуляризации решения. Данный результат был обнаружен в ходе численного моделирования.

Проверка разработанного алгоритма восстановления на экспериментальных данных, полученных при помощи лазерного сканирующего микроскопа, показала пригодность предлагаемого метода для восстановления функции профиля объекта при дифференциально-фазовых измерениях.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ УСТРОЙСТВА ОПРОСА ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ СЕНСОРОВ

И.С. Шелемба, С.А. Бабин, М.А. Никулин

*Институт автоматизи́ки и электрометрии СО РАН
630090, Россия, Новосибирск, пр. Ак. Коптюга 1
e-mail: shelemba@iae.nsk.su*

Использование сенсоров на основе волоконно-оптических брэгговских решеток является одним из перспективных методов распределенного измерения температуры, давления и др. физических величин. Благодаря таким уникальным свойствам как высокая чувствительность, малые размеры, способность работы без подвода электричества, нечувствительность к электромагнитным помехам и возможность объединения сенсоров в распределенные системы брэгговские сенсоры находят применение для решения широкого круга научных и прикладных задач. Несмотря на это, скорость внедрения волоконных сенсоров ограничена высокой стоимостью устройств опроса.

В данной работе проведено сравнение различных методов опроса массивов брэгговских сенсоров с использованием анализатора оптического спектра и волоконных эрбиевых лазеров, перестраиваемых при помощи эталона Фабри-Перо и брэгговской решетки. Для перестройки ВБР разработана оригинальная конструкция сжимающего устройства, управляемая шаговым двигателем и позволяющая обеспечить диапазон перестройки 45 нм с шагом 4 пм [1].

Основной проблемой при использовании ВБР в качестве селектора длины волны излучения лазера является нелинейность и гистерезис перестроечной кривой решетки. В данной работе предложен простой метод учитывающий и компенсирующий вышеперечисленные эффекты. Он основан на использовании реперных термостабилизированных решеток и интерферометра Маха-Цандера с областью свободной дисперсии ~ 30 ГГц. Применение данной методики позволяет достичь существенно более высокой точности определения длины волны.

Сравнение параметров различных методов опроса брэгговских сенсоров приведено в этой работе. Оно свидетельствует о том, что метод, использующий эрбиевый лазер, перестраиваемый с помощью ВБР, и вышеописанную технику компенсации нелинейности имеет сопоставимые свойства с системами на основе анализатора спектра или лазера с эталоном Фабри-Перо при измерении температуры с точностью $\sim 1^\circ\text{C}$. Более того, он не требует применения таких дорогостоящих приборов как CCD матрица или интерферометр Фабри-Перо, что позволяет существенно снизить стоимость приборов, действующих на основе данного метода.

[1] S. A. Babin, S. I. Kablukov, I. S. Shelemba, A. A. Vlasov, "An Interrogator for a Fiber Bragg Sensor Array Based on a Tunable Erbium Fiber Laser", *Laser Physics*, vol. 17, no. 11, p. 1340, 2007.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАД ЧЁРНЫМ МОРЕМ ПО ДАННЫМ CIMEL И MICROTOPS II

Д.В. Яковлева¹, Г.А. Толкаченко¹, А.В. Смирнов²

¹*Морской гидрофизический институт НАН Украины
99011, г. Севастополь, ул. Капитанская, 2.*

²*Biospheric Sciences Branch, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA
e-mail: dashustik_m@mail.ru*

Знание пространственных и временных масштабов вариаций оптических характеристик аэрозоля необходимы для оценки влияния параметров аэрозоля на изменения климата. Основным способом измерения основных оптических характеристик атмосферы и её переменных компонент (аэрозольной оптической толщины (АОТ), водяного пара (W) и параметра Ангстрема α), - являются измерения ослабления в атмосфере спектрального состава прямой солнечной радиации.

С мая 2006 г. Морской Гидрофизический Институт начал работу по программе AERONET. Измерительная система сети AERONET построена на основе спектральных радиометров Sun photometer серии CE-318 производства фирмы CIMEL Electronique (Франция). Данный прибор делает прямые солнечные измерения, результатом обработки которых является множество данных оптических и микрофизических характеристик аэрозоля. Актуальность работы обусловлена необходимостью изучения оптических и микрофизических характеристик аэрозольной компоненты атмосферы и радиационных потоков над Черным морем для решения задач: валидации спутниковых измерений региональных оптических характеристик морской воды и атмосферы, моделирования климатических изменений в региональном и глобальном масштабе, моделирования процессов переноса излучения в реальной атмосфере с учетом аэрозоля, мониторинга и определения динамики трансформации и перемещения аэрозоля в атмосфере, оценки трендов (месячных, сезонных, годовых) изменения оптических свойств атмосферы, для оценки степени загрязнения воздушного бассейна г. Севастополя.

Аэрозоли часто показывают широкий разброс оптических свойств во времени из-за диффузии, и процессов, таких как свертывание и увлажнение за счёт взаимодействия с газами и осадками. Такая изменчивость происходит из-за изменений сил источника аэрозолей и адвекцией (от локальной до синоптической) метеорологических процессов. Также наблюдается и пространственная изменчивость аэрозоля, зависящая от региона наблюдения (море, пустыня, город и т.д.). Один из способов выявить особенности оптических характеристик над Чёрным морем – провести анализ оптических характеристик в нескольких причерноморских областях и проанализировать как временную, так и пространственную изменчивость оптических характеристик аэрозоля.

Целью работы является сопоставление данных аэрозольной оптической толщины CIMEL с одновременно полученными данными MICROTOPS II. Оба прибора калиброваны одинаково, однако один из них является стационарным - CIMEL 318, а другой MICROTOPS II – переносным. Оба прибора имеют идентичные интерференционные фильтры с одинаковыми длинами волн. Анализ полученных данных позволяет получить характеристики городского (конкретно для Севастополя) аэрозоля и выявить пространственную изменчивость характеристик аэрозоля, в зависимости от местонахождения (область города, берега моря, непосредственно моря, область косы). Все измерения каждые 10-15 минут сопровождалось визуальными наблюдениями за состоянием неба (облачность или чистый небосвод), велись записи направления и силы ветра, а также наличия дымки около солнца и над горизонтом.

ОСОБЛИВОСТІ ІНФРАЧЕРВОНИХ СПЕКТРІВ ШТУЧНИХ ОПАЛІВ З БІОЛОГІЧНИМИ МОЛЕКУЛАМИ

Г.Довбешко¹, О.Фесенко¹, В.Моїсеєнко², В.Бойко¹

¹ Інститут Фізики НАНУ, Проспект Науки 46, Київ 03028, Україна

² Дніпропетровський Національний Університет, Проспект Гагаріна 72, Дніпропетровськ 49050, Україна
e-mail: Boyko_UA@i.ua

Фотонні кристали це новий клас матеріалів, що займає місце між нано- та мікроструктурами високовпорядкованих композитів. При розповсюдженні ЕМП через структуру фотонних кристалів, з розмірами структурних елементів близькими до довжини хвилі, виникає брегівська дифракція та багатократне розсіяння внаслідок чого виникають фотонні заборонені зони [1]. Фотонні кристали з модифікованою забороненою зоною представляють інтерес для дослідників та технічного використання.

Оптичні та ІЧ спектри відбивання, та мікроструктури синтетичних опалів зареєстровано за допомогою спектроскопічних методів та електронної мікроскопії. Зокрема, за допомогою електронної мікроскопії було встановлено, що характеристичні розміри структурних елементів становлять 0,2 – 0,5 мкм і 2 – 5 мкм, а надтонка структура має розмір порядку 0,05 мкм. Це дає можливість припустити, що існують стоп зони та інші особливості спектру кристалів від далекого ультрафіолетового до ближнього інфрачервоного діапазону. Було помічено три області аномальної поведінки коефіцієнта відбивання та поглинання глобулярних опалів в діапазоні 7000 – 2000 cm^{-1} на відміну від глобул SiO_2 в невпорядкованих станах.

Модифікація штучних опалів молекулами полі-А призвела до суттєвої перебудови ІЧ спектрів (рис 1), що й обговорюється в даній роботі.

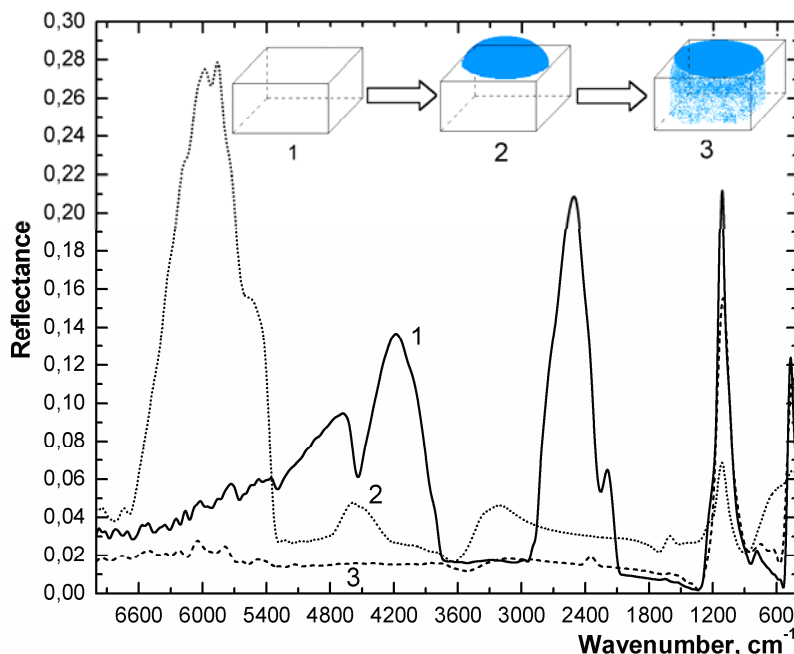


Рисунок 1. ІЧ спектри відбивання опалу (крива 1), опалу з висадженням на нього полі-А (крива 2) та опалу модифікованого полі-А (крива 3).

[1] В. А. Кособукин, “Фотонные кристаллы”, *Окно в микромир*, 4, с. 4-9, 2002.

СИНГУЛЯРНО-ОПТИЧНІ СПЕКТРАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ РЕГУЛЯРНО РОЗСІЯНИХ ПОЛІХРОМАТИЧНИХ ПУЧКІВ

О.О. Чернишов

*Кафедра кореляційної оптики, Чернівецький національний університет
Чернівці, вул. Коцюбинського 2, 58012, Україна
e-mail: zigurd@yandex.ru*

Розсіяння пучка “білого” світла на безбарвній помірно шорсткій поверхні супроводжується забарвленням розсіяної вперед (регулярної) компоненти пучка. Хоча інтерференційна природа цього явища давно встановлена, але інтерпретація ефекту не є достатньою. Так, при традиційному розгляді ефекту забарвлення регулярно розсіяної компоненти пучка “білого” світла передбачається порядок кольорів, що супроводжує зростання глибини поверхні, який є протилежним до того, що спостерігається на практиці. Це гальмує розвиток практичних застосувань ефекту спектральних перетворень, викликаних розсіянням, у діагностиці помірно шорстких поверхонь, для яких інші оптичні кореляційні техніки мають обмежену ефективність. Для пояснення реальної послідовності кольорів ми запропонували нову модель помірно шорсткої поверхні як перехідного шару зі змішаним показником заломлення та розглянули таку поверхню як антивідбиваючий шар для деяких спектральних компонент зонduючого випромінювання. Чинність такої моделі підтверджується хромаскопічним моделюванням ефекту забарвлення.

Представлено нові експериментальні аргументи на підтримку запропонованої моделі. Так, продемонстровано залежність забарвлення від нахилу поверхні, продемонстровано топографію поверхонь, які викликають синій або червоний зсув та пояснено відсутність зеленого забарвлення; при цьому синій зсув “перемикається” на червоний зсув стрибкоподібно, минаючи зелений. З цією метою застосовано концепцію Беррі універсального розподілу кольорів в околі ізольованої фазової сингулярності у поліхроматичному спекл-полі. Також експериментально підтверджено висновок, що ефект спектральних перетворень, викликаних розсіянням, не обмежується однократним розсіянням, а також може мати місце при багатократному розсіянні.

Розглянуто декілька типових функцій розподілу висот поверхневих неоднорідностей з метою встановлення надійних взаємозв'язків між спостережуваними спектральними перетвореннями та статистичними параметрами шорсткості. При цьому показано, що досліджуваний ефект не є виключно ефектом сингулярної оптики. А саме, він має місце також і у випадку, коли нулі амплітуди (а також пов'язані з ними фазові сингулярності) відсутні у довільній спектральній компоненті зонduючого випромінювання. Показано, що незалежно від конкретної функції розподілу висот оцінки середньоквадратичного відхилення профілю поверхні від базової лінії добре корелюють у випадку помірно шорсткої поверхні, тобто поверхні, величина нерівностей якої є не надто мала (коли забарвлення відсутнє) та не надто велика, щоб зруйнувати розсіяну вперед компоненту.

Цей результат демонструє, що ефект спектральних перетворень, викликаних розсіянням поліхроматичного (білого) пучка на шорсткій поверхні, може використовуватися для діагностики таких поверхонь, а також для контролю товщини кристалів та росту тонких плівок. Іншим перспективним застосуванням цього ефекту є створення спектральних перемикачів, дія яких базується на вказаному прямому перемиканні від синього до червоного зсуву, минаючи зелений. Такий перемикач може бути використаним у проблемах оптичних телекомунікацій, зокрема для кодування інформації.

ВИМІРЮВАННЯ ПОЛЯРИЗАЦІЇ МЮЛЛЕР-МАТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ФАЗОВО-НЕОДНОРІДНИХ ШАРІВ.

Дуболазов О.В., Істратій В.І.

Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича
Україна, м. Чернівці, вул. Коцюбинського 2, 58012
e-mail: zigurd@yandex.ru

Використання лазерів в біомедичній діагностиці надало можливість використовувати поляризаційний аналіз різноманітних типів об'єктних полів – спекл-модульованих полів, оператором перетворення яких є матриця Джонса. Топологічна неоднорідність когерентних полів робить можливим отримання інформації щодо мікроструктури даного оператора, яка є недоступною для традиційного методу вимірювання і визначається специфічністю морфології біооб'єкта.

Метою даного дослідження є вивчення мікроструктури матриці Джонса, а також вивчення архітекtonіки морфологічної структури різноманітних біотканин; у пошуку кореляції орієнтації, параметрів анізотропії мультифрактальних сіток з топологічним розподілом матричних елементів і їх індексів.

Взаємозв'язок орієнтації, структури анізотропії архітекtonіки біотканин і топологічний розподіл елементів матриці Джонса досліджується в даній роботі. Була досліджена аналітична кореляція мікроструктури Матриці Джонса реального біооб'єкта з індексами матричних елементів, виміряними в дальній області дифракції Фраунгофера. Одним з етапів дослідження було порівняння результатів комп'ютерного моделювання і експериментальних досліджень структура матричного оператора мультифрактальної аморфно- кристалічної будови різноманітних морфологічних структур біотканин.

КВАНТОВІ ТОЧКИ ОКСИДУ ЦИНКУ В ПОРИСТИХ КРЕМНЕЗЕМАХ

А. О. Ковальчук¹, В. В. Бобик², В. М. Соломаха², Г. Ю. Рудько^{1,3}, С. А. Коваленко³, Є. Г. Гуле³

¹*Національний університет „Києво-Могилянська Академія”*

Україна, 04070, м. Київ, вул. Г. Сковороди, 2

²*Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України*

Україна, 03028, м. Київ-28, проспект Науки, 31

³*Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України*

Україна, 03028, м. Київ, проспект Науки, 41

e-mail: andriy_kovalchuk@yahoo.com

Актуальність роботи зумовлена потребою у розробці нових випромінюючих матеріалів з керованими кольоровими характеристиками. Ці матеріали необхідні для створення на їх основі елементної бази для нових приладів нано-оптоелектроніки. Серед багатьох класів таких матеріалів перспективними є композити, що містять квантові точки напівпровідників. В залежності від ширини забороненої зони напівпровідника та розмірів квантових точок ці матеріали можуть випромінювати в широкому діапазоні довжин хвиль. Для отримання випромінюючих елементів ультрафіолетового діапазону використовуються широкозонні напівпровідники.

Дана робота присвячена дослідженню нових нанокompозитних матеріалів, синтезованих в Інституті фізичної хімії НАНУ, які являють собою кремнеземні пористі матриці з введеними в них квантовими точками широкозонного напівпровідника ZnO. У роботі проведені дослідження фотолюмінесцентних характеристик як власне кремнеземних матриць, так і нанокompозитів, отриманих на основі цих матриць, виготовлених за трьома технологічними схемами – методом сублімації, золевим методом та методом просочування. Результати досліджень показали, що в зразках, виготовлених методом сублімації спостерігається ультрафіолетова люмінесценція. Енергія квантів випромінювання більша від енергії квантів крайової люмінесценції об'ємного оксиду цинку, що свідчить про формування в порах кремнезему якісних квантових точок напівпровідника, в яких спостерігається просторове обмеження носіїв. В зразках, виготовлених золевим методом та методом просочування не спостерігається фотолюмінесценція в ультрафіолетовій області спектру. При кімнатній температурі випромінювання цих зразків подібне до низькотемпературної люмінесценції вихідного матеріалу без квантових точок оксиду цинку. Такий характер випромінювання в синтезованих структурах ймовірно зумовлений комбінованим впливом витіснення фізисорбованої води з пор кремнезему і передачі оптичного збудження поверхневим випромінювальним центрам.

В результаті досліджень зроблено висновок, що метод сублімації є найбільш перспективним для синтезу нанокompозитних матеріалів, оскільки саме цей метод призводить до формування якісних квантових точок оксиду цинку в порах кремнеземів і забезпечує випромінювання в близькій ультрафіолетовій області спектру.

СПЕКТР НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗБУЖДЕНИЙ КРИСТАЛЛА KTm(MoO₄)₂.

Д.Л Каменский, А.И. Каплиенко, В. И. Кутько, С.Н. Попережай.

Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина

61103 Харьков, пр. Ленина 47

e-mail: Sergey.Poperejay1986@gmail.com

Кристалл KTm(MoO₄)₂ принадлежит к ряду изоструктурных соединений, в которых происходят низкотемпературные фазовые переходы, известные как кооперативный эффект Яна–Теллера (КЭЯТ). Они имеют ярко выраженную слоистую структуру, а также низкую симметрию кристаллической решетки (D_{2h}¹⁴) [1]. Слоистая структура обуславливает наличие в низкочастотной области колебательного спектра острых пиков плотности состояний. Низкая симметрия кристаллической решетки приводит к полному снятию вырождения основного состояния 4f-оболочки редкоземельных ионов и поэтому КЭЯТ наблюдается на квазивырожденных состояниях (псевдоэффект Яна-Теллера). В KTm(MoO₄)₂ структурный фазовый переход типа КЭЯТ до температуры 0,1К не наблюдается, по-видимому это обусловлено конкуренцией магнитных и ян-теллеровских взаимодействий парамагнитных центров [2]. Ранее было установлено, что в KTm(MoO₄)₂ нижайший мультиплет ³H₆ ионов Tm³⁺ расщепляется кристаллическим полем с образованием квазидублета ΔE=2,3см⁻¹. Представляет интерес дальнейшие исследования кристалла KTm(MoO₄)₂ во внешних магнитных полях. Магнитное поле сдвигает нижайший электронный уровень ионов Tm³⁺ таким образом, что он может пересекать акустические или оптико-акустические колебательные ветви в области максимальной плотности состояний. При этом происходит усиление динамической связи электронных возбуждений парамагнитных центров с колебаниями кристаллической решетки и, таким образом, усиление их связи между собой. Таким образом, можно стимулировать кооперативный эффект Яна-Теллера в этом соединении внешним магнитным полем. С целью выяснения особенностей динамического взаимодействия низкоэнергетического электронного возбуждения с низкочастотными колебательными возбуждениями и, в результате, возможности образования орбитального упорядочения в кристалле KTm(MoO₄)₂ в представленной работе были предприняты исследования ИК спектров и СВЧ поглощения во внешнем магнитном поле при низких температурах. Нами измерены спектры пропускания кристалла KTm(MoO₄)₂ в длинноволновом ИК-диапазоне (10-40см⁻¹), в поляризованном свете (E || a, E || c). Обнаружены две колебательные моды с энергиями 18,5см⁻¹ (E || a) и 25,5см⁻¹ (E || c). С использованием одномерной модели определена структура низкочастотного колебательного спектра в зоне Бриллюэна. Затем были измерены зависимости СВЧ поглощения кристалла KTm(MoO₄)₂ от внешнего магнитного поля. Наблюдались полосы в спектрах СВЧ поглощения. Высказано предположение, что эти особенности вызваны пересечением нижайшим электронным уровнем ионов Tm³⁺ акустических и оптико-акустических колебательных ветвей в области максимальной плотности состояний. Предполагается, что внешнее магнитное поле в кристалле KTm(MoO₄)₂ стимулирует кооперативный эффект Яна-Теллера с образованием промежуточной несоразмерной фазы. Также была обнаружена нелинейная зависимость СВЧ поглощения при увеличении мощности СВЧ накачки, которая интерпретируется как явление стохастического резонанса в кристалле KTm(MoO₄)₂.

[1] М.В. Мохосоев, Ф.П. Алексеев, В.Л. Бутуханов, “Двойные молибдаты и вольфраматы”, *Новосибирск: Изд-во Наука СО*, 1981.

[2] V. A. Pashchenko, V. G. Borisenko, E. N. Khats'ko, A. S. Cherny, S. Paulsen, A. Feher, M. Orendacova, A. G. M. Jansen and P. Wyder, *J. Phys.: Condens. Matter*, vol. 14, pp. 9693-9703, 2002.

[3] М.И. Кобец, В.В Курносоев, В.А. Пащенко, Е.Н. Хацько, *ФНТ*, 25, № 5, с. 512-514, 1999.

ТЕРМОСТИМУЛЬОВАНА ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ ЛЕГОВАНОГО СКЛОПОДІБНОГО ТЕТРАБОРАТА ЛІТІЮ.

К.П. Попович

*Інститут електронної фізики НАН України
88000, м. Ужгород, вул. Університетська, 21
e-mail: kostyu@gmail.com*

Досліджено інтегральну термостимульовану люмінесценцію (ТСЛ) нелегованого та легovanого склоподібного тетрабората літію (ТБЛ). Легування проводилось сріблом, міддю, індієм, церієм, марганцем, та тербієм. Концентрація модифікатора є оптимальною, що забезпечує максимальну інтенсивність ТСЛ. Встановлено, що при опроміненні дозою 20 Гр. для нелегованого скла характерний широкий максимум в області температур 373–533 К із незначною інтенсивністю. Легування склоподібного ТБЛ міддю та індієм приводить до зміщення максимуму в область високих температур (457–468 К) із збільшенням інтенсивності випромінювання майже в чотири рази для міді і в шість разів для індія. При модифікації склоподібного тетрабората літію сріблом, манганом та тербієм максимум термостимульованої люмінесценції зміщується в область низьких температур (407–443 К) із суттєвим збільшенням інтенсивності для стекол, легованих тербієм та манганом. Для стекол із вмістом церію суттєвої зміни термостимульованої люмінесценції при вказаних дозах опромінення не спостерігається.

Раніше нами вивчалися спектри ТСЛ для легованих монокристалів ТБЛ, де механізм термостимульованої люмінесценції пояснювався з точки зору утворення дефектної структури за рахунок введення модифікатора, що обумовлює утворення рівнів прилипання, за рахунок яких і відбуваються рекомбінаційні процеси [1,2].

Відомо, що для склоподібних матеріалів в псевдозабороненій зоні характерна наявність локалізованих станів із відповідним розподілом густини, які можуть мати не лише експоненціальний характер, як у випадку ідеальних стекол, але і характеризуються флуктуаціями в такому розподілі, що характерно для реальних склоподібних сполук.

Для описання механізму люмінесценції в склоподібних матеріалах згідно [3], можливі три моделі. Перша із них, яка найкраще описує наші експериментальні залежності, оснований на допущенні, що збуджені електрони і дірки термалізуються і, випромінюючи фонони, падають на локалізовані стани в хвостах зон поки не досягають «границь рекомбінації», після чого рекомбінують із випромінюванням фотонів.

Можливо допустити наявність рекомбінаційних центрів поблизу забороненої зони, на які захоплюються збуджені електрони із зони провідності або дірки із валентної зони, в результаті чого відбувається термолюмінесценція.

Окрім того не можна не враховувати і того факту, що рекомбінаційні центри в склоподібних матеріалах, до яких відноситься і склоподібний тетраборат літію, можуть бути обумовлені не лише домішками, але і вільними хімічними зв'язками які можуть грати роль рівнів прилипання.

- [1] Hunda B.M., Hunda T.V., Puga P.P., Solomon A.M., Holovey V.M., Puga G.D. "Concentration and temperature dependence of luminescence for the copper-doped lithium tetraborate single crystals", *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, vol. 1, no.4., pp. 49-56, 1999.
- [2] Ignatovych M., Holovey V., Watterich A., Vidóczy T., Baranyai P., Kelemen A., Chuiko O. "Luminescence characteristics of Cu- and Eu-doped $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ", *Radiation Measurements*, vol. 38, pp. 567-570, 2004.
- [3] Мотт Н., Дэвис Э., "Электронные процессы в некристаллических веществах", М.: Мир., Т.2, 658 с., 1982.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАСЕЛЕННОСТЕЙ В АТОМЕ ВОДОРОДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСА ТИТАН-САПФИРОВОГО ЛАЗЕРА

В.Л. Дербов¹, Н.И. Тепер²

¹*Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83*
²*Саратовский государственный социально-экономический университет
410003, г. Саратов, ул. Радищева, 89
e-mail: teper@rambler.ru*

В данной работе представлены результаты численного моделирования динамики заселенностей в атоме водорода под действием импульса титан-сапфирового лазера. Существующие в настоящее время мультитераваттные фемтосекундные лазерные комплексы [1-3] на основе Ti:Sa обеспечивают генерацию ультракоротких импульсов высокой интенсивности и служат для решения различных задач требующих сверхсильных оптических полей. Исследуется возможность формирования волновых пакетов, включающих состояния с высокими значениями орбитального и магнитного квантовых чисел, под действием поля такого лазера, посредством переходов между состояниями непрерывного спектра и дискретными уровнями. Для повышения соответствия расчетов, проводимых в рамках используемой модели, реальным процессам в атоме, оценивается применимость дипольного приближения для описания переходов между основным состоянием и возбужденными уровнями.

В предлагаемой модели численно решается уравнение Шредингера для амплитуд заселенностей в базисе стационарных состояний атома водорода и состояний непрерывного спектра. Для ограничения числа уравнений, непрерывный спектр задается в дискретном представлении [4], используя последовательность состояний, заданных через равные значения волнового числа k . Лазерное поле предполагается циркулярно-поляризованным, поэтому разрешены переходы, соответствующие правилам отбора $\Delta l = 1, \Delta m = 1$. Для моделирования использовались параметры импульса существующей мультитераваттной лазерной системы [2].

В результате действия импульса практически вся заселенность 97% переносится из основного состояния в непрерывный спектр. Дискретные уровни существенно не заселяются: максимальная заселенность, примерно 1 %, соответствует состоянию с $n = 2$. Сравнение величин заселенностей, полученных, используя дипольное приближение, и, на основе точных значений матричных элементов переходов, показало, что различие между ними незначительное – около 1%, для одного импульса, но может оказаться существенным для последовательности импульсов. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что последовательность импульсов будет вызывать дельнейшие переходы между непрерывным спектром и дискретными уровнями, увеличивая l и m в системе, и, обеспечивая формирование волновых пакетов различной степени локализации, как показано в нашей более ранней работе.

- [1] Barty C.P.J., Gordon C.L. III, Lemoff B.E., “Multiterawatt 30-fs Ti:sapphire laser system”, *Optics Letters*, vol.19, no.18., pp. 1442-1444, 1994.
- [2] Wang H. et al., “Generation of 10-W average-power, 40-TW peak-power, 24-fs pulses from a Ti:sapphire amplifier system”, *J. Opt. Soc. Am. B.*, vol.16, no.10, pp.1790-1794, 1999.
- [3] Бабин А.А. и др., “Тераваттный фемтосекундный титан-сапфировый комплекс”, *Квантовая электроника*, т. 31, N. 7, с. 623-626, 2001.
- [4] Nilsen H.M. and Hansen J. P., “Generation of an angular and radial Rydberg wave packet in a single laser pulse”, *Phys. Rev. A.*, vol.63, p.011405, 2000.

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА ПОР АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ НА ИНДИКАТРИСЫ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЕВРОПИЯ

Д.А. Циркунов¹, С.Я. Прислопский²

¹ Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Беларусь, 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 6

² Институт физики имени Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси
Беларусь, 220072, г. Минск, пр. Независимости, 68
e-mail: miad@nano.bsuir.edu.by

Пористый анодный оксид алюминия (ПАОА) представляет собой сотообразную пористую структуру с периодом порядка сотен и десятков нанометров, которая является перспективным материалом при создании светоизлучающих структур. Благодаря наличию двумерной самоупорядоченной структуры ПАОА обладает анизотропией оптических свойств, которые могут влиять как на интенсивность, так и на рассеяние проходящего света [1]. В данной работе исследовали зависимость индикатрисы люминесценции введенного в ПАОА люминофора от диаметра пор при одинаковом расстоянии между ними.

Полученные образцы пористого анодного оксида алюминия толщиной 4 мкм обладали одинаковым периодом структуры ~340 нм, но различались диаметром пор. Начальный диаметр пор составлял ~120 нм, а результате дополнительного травления получены образцы с диаметром пор ~150, 180 и 240 нм. В качестве люминофора использовали ксерогель оксида титана, легированного ионами европия, формируемый методами центрифугирования и термообработки [2]. Регистрация индикатрис проводилась на длине волны 612 нм, что соответствует максимальному по интенсивности пику в спектре люминесценции ионов европия (переход 5D_0 – 7F_2), а источником возбуждения служил азотный лазер с длиной волны 337 нм. Результаты измерения индикатрис люминесценции показали, что форма и максимальная интенсивность зависят от диаметра пор (Рис. 1). Наиболее вытянутую форму в направлении перпендикулярном к поверхности имеет образец с диаметром пор ~150 нм, а наиболее широкую – с диаметром ~180 нм. Обнаружено, что при увеличении ширины индикатрисы интенсивность излучения увеличивается.

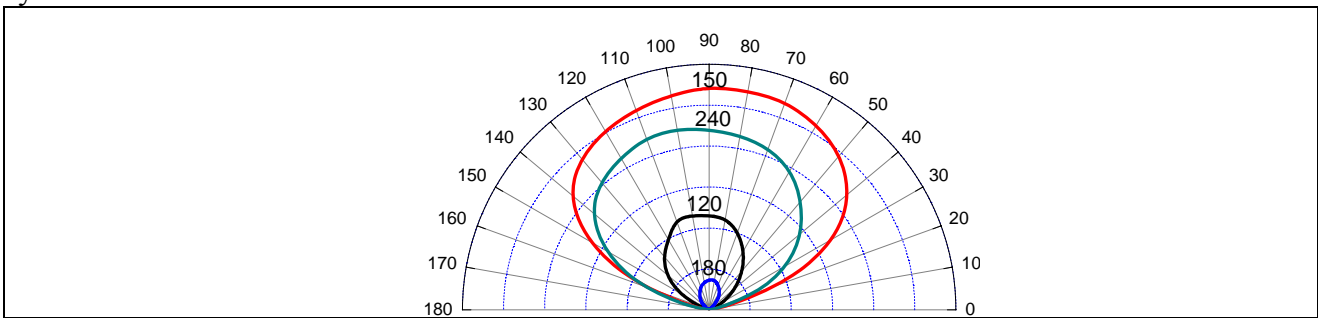


Рисунок 1. Индикатрисы люминесценции для образцов с различным диаметром пор от 120 до 240 нм

Ожидаемого увеличения интенсивности излучения в перпендикулярном к поверхности образца направлении, как это было получено в [2], не произошло. Такое отличие можно объяснить тем, что в данной работе толщина ПАОА была в 10 раз меньше, чем в работе [2]. Однако явно имеет место зависимость формы и интенсивности индикатрисы от диаметра пор, что при дальнейшем развитии технологии может привести к повышению яркости люминофоров.

[15] А.А. Lutich, "Anisotropic light scattering in nanoporous materials: a photon density of states effect", *Nano Letters*, vol. 4, no. 9, p. 1755, July 2004.

[16] Н.В. Гапоненко, "Люминесценция ионов Eu^{3+} и Tb^{3+} в структуре микропористый ксерогель/мезопористый анодный оксид алюминия", *Журнал Прикладной Спектроскопии*, том. 70, №. 1, с. 57, Январь — Февраль 2003.

РАСЧЕТ РЕНТГЕНООПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОКАПИЛЛЯРНОЙ АДИАБАТИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ

А.А. Большаков, П.В. Петров, Н.Н. Кольчевский

*Белорусский государственный университет
220030, Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, 4
e-mail: kolchevsky@bsu.by*

Для жесткого рентгеновского излучения с энергиями фотонов выше 5 кэВ, применение стандартных оптических систем не представляется возможным. В связи с этим в 1996 году была предложена модель линзы, состоящей из большого числа (N) двояковогнутых линз изготовленных из материала, характеризующегося низким коэффициентом поглощения. Согласно теории, такая система позволяет уменьшить фокусное расстояние линзы в N раз. Развитие этой идеи привело к появлению адиабатической линзы, представляющая собой большое число двояковогнутых линз переменного радиуса.

Предложено формировать адиабатическую линзу в виде стеклянного микрокапилляра сложного профиля, заполненного сферическими двояковогнутыми линзами. Разработано программное обеспечение, позволяющее рассчитать профиль микрокапиллярной адиабатической линзы. Разработано программное обеспечение для расчета прохождения рентгеновских лучей через адиабатическую линзу методом Монте-Карло в приближении геометрической оптики, позволяющее рассчитывать фокусное расстояние, пропускание и распределение интенсивности в фокусном пятне микрокапиллярной адиабатической линзы. Примеры расчетов рентгеновских лучей, сфокусированных микрокапиллярной адиабатической линзой, показаны на Рисунке 1а. На рисунке 1б показаны рассчитанные фокусные расстояния микрокапиллярных адиабатических линз в зависимости от N параметра, определяющего форму капилляра, для энергии рентгеновских фотонов 8 кэВ,

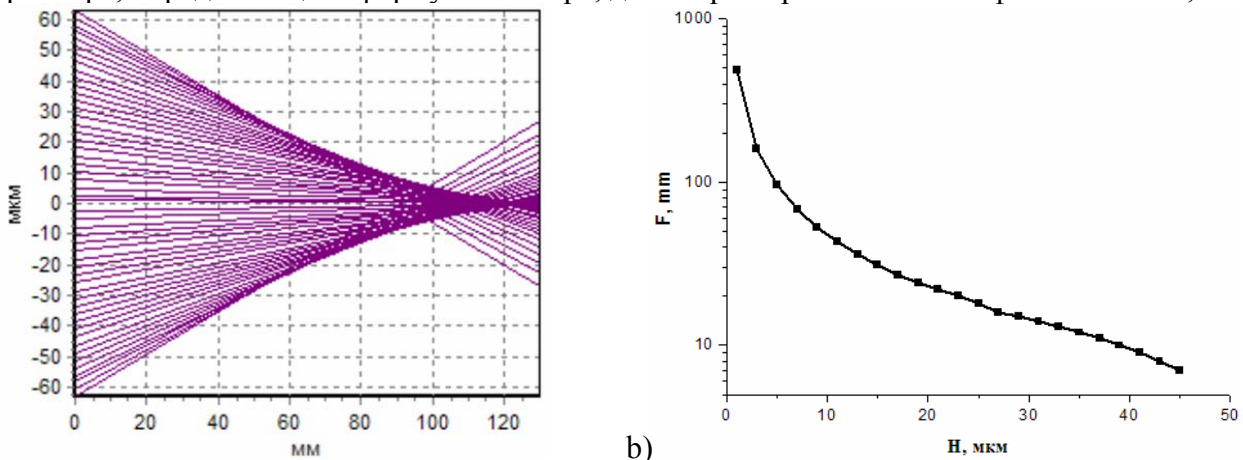


Рисунок 1. Результаты расчетов (а) рентгеновских лучей в микрокапиллярной адиабатической линзе; (б) фокусных расстояний многих микрокапиллярных адиабатических в зависимости от N параметра.

Цель данной работы оптимизировать профиль микрокапиллярной адиабатической линзы для энергий рентгеновских фотонов 5-25 кэВ. При решении данной задачи для выбранных энергий фотонов из диапазона 5-25 кэВ рассчитывалось большое количество профилей микрокапиллярных адиабатических линз. Для заданного профиля рассчитывались рентгенооптические характеристики микрокапиллярной адиабатической линзы. В работе представляются результаты исследования зависимости фокусного расстояния в диапазоне энергий рентгеновских фотонов 5-25 кэВ от вида профиля микрокапиллярной адиабатической линзы. Обсуждаются возможности применения микрокапиллярной адиабатической линзы для фокусировки рентгеновского излучения и формирования изображений нанообъектов.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОРОГОВ САМОВОЗБУЖДЕНИЯ ОДНОМЕРНЫХ МИКРОРЕЗОНАТОРОВ ЧЕРЕЗ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ

В.А. Белобров

*Институт Радиофизики и Электроники НАН Украины
Украина, Харьков 61085, ул. Ак. Проскуры 12
e-mail: volodia.byelobrov@gmail.com*

Не смотря на то, что общие модели микрорезонаторов включает в себя многие физические процессы, достаточно большой объём информации может быть получен в случае пренебрежения всеми неэлектромагнитными эффектами. В этом случае оптические моды отыскиваются как собственные решения линейных уравнений Максвелла.

До нынешнего момента, линейная модель микрорезонаторов включала в себя только лишь вычисление собственных мод пассивного открытого диэлектрического резонатора. Математически это означает, что необходимо найти решения краевой задачи для уравнений Максвелла с условием излучения на бесконечности для комплексной собственной частоты, k . Множество собственных значений дискретно, которое может быть пронумеровано. Тогда моды с наибольшей добротностью $Q_s = \text{Re} k_s / 2 | \text{Im} k_s |$ являются рабочими.

Хотя явление излучения не связан на прямую с добротностью, ни с присутствием активной зоны, ни с особым значением усиления, которое необходимо, чтобы микрорезонатор начал генерировать свет, они включены в формулировку задачи. Таким образом в [1] мы сформулировали лазерную задачу (ЛЗ) на собственные значения: введем малое значение усиления γ как мнимую часть комплексного показателя преломления, $\nu = \alpha - i\gamma$, $\alpha, \gamma > 0$ в активной зоне. Собственными значениями являются пары вещественных величин (k_s, γ_s) . Следует отметить, что ЛЗ на собственные значения и задача на собственные для пассивных резонаторов не могут быть сведены одна к другой с помощью замены переменных. Изменение формы активной зоны может быть эффективным инструментом для контроля порога, в то время как частота излучения существенно не меняется. Последнее является справедливым при малых порогах, что присуще модам резонаторов заключенном в брегговские зеркалах [2].

Мы представляем численные примеров демонстрирующие нетривиальные взаимодействие активной и пассивной части микрорезонатора в зависимости от положения поля в них. Применяя оптическую теорему для собственного поля, мы получаем выражения, которые дают строгое определения модового объёма и коэффициентов перекрытия для активной зоны, что, в действительности, связывает теорию Максвелла и электродинамическую квантовую теорию, где эти две величины широко используются. Наши результаты показывают, что если порог мал $\gamma_s < 10^{-2}$, тогда эта величина и коэффициент перекрытия ведут себя как обратные величины, когда модовый объём и потери на излучение практически постоянные. В таком случае, мы обнаружили, что приближительная идентичность имеет место: $\gamma_s = (\Gamma_s^{(0)} Q_s^{(0)})^{-1} + O(\gamma_s^2, \text{Im}^2 k_s)$, где $\Gamma_s^{(0)}$ коэффициент перекрытия для данной моды и её коэффициент добротности $Q_s^{(0)}$ есть величины подсчитанные используя выражение оптического поля пренебрегая γ_s или $\text{Im} k_s$, соответственно.

E.I. Smotrova, A.I. Nosich, "Mathematical study of the lasing eigenvalue problem for the whispering-gallery modes in a 2-D circular dielectric microcavity," *Optical and Quantum Electronics*, vol. 36, no 1-3, pp. 213-221, 2004

V.O. Byelobrov, A.I. Nosich, "Mathematical analysis of the lasing eigenvalue problem for the optical modes in a layered dielectric microcavity with a quantum well and distributed Bragg reflectors," *Optical and Quantum Electronics*, vol. 39, no 10-11, pp. 927-937, 2007

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТВЕТВИТЕЛЯ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЭЛЕМЕНТОМ, УПРАВЛЯЕМОГО ПРИ ПОМОЩИ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Гирич А.А.^{1,2}

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14, каф. ФОЭТ, тел. (057) 702-10-57

²Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: girich82@mail.ru

Электромагнитные системы с пространственным изменением показателя преломления являются предметом интенсивных теоретических и экспериментальных исследований. Частным случаем таких систем является цепочки диэлектрических и полупроводниковых дисковых резонаторов. Такие системы могут быть использованы в качестве частотно-избирательных СВЧ-компонентов, в частности, для фильтрации и переключения [1].

Возможность управления свойствами полупроводниковых элементов таких систем за счет изменения магнитным полем тензора диэлектрической проницаемости, приводит к появлению новых типов устройств, управляемых магнитным полем. (в частности магнитоуправляемые ответвители).

Целью данной работы является теоретически показать возможность создания и управления ответвителем построенным на основе связанных диэлектрических резонаторов с полупроводником за счет изменения магнитным полем материальных параметров полупроводникового материала.

В данной работе проведен численный расчет методом FDTD (метод конечных разностей во временной области) и получены зависимости спектров коэффициентов передачи для рассматриваемой системы дисковых резонаторов от приложенного внешнего постоянного магнитного поля; получены дисперсионные характеристики для эффективной диэлектрической проницаемости InSb и распределение напряженностей электрических полей (рис. 1) для рабочих частот соответствующих правой и верхней ветке ответвителя при включенном и выключенном магнитном поле. Выключение поля соответствует режиму «запираания» ответвителя, а включение – его «отпираанию». Рассматриваемая система возбуждалась прямоугольными диэлектрическими волноводами. В данной работе было показано, что спектральными свойствами ответвителя построенного на связанных дисковых резонаторов можно управлять при помощи постоянного магнитного поля за счет изменения материальных параметров (действительная и мнимая часть диэлектрической и магнитной проницаемости) полупроводникового диска в миллиметровом диапазоне длин волн.

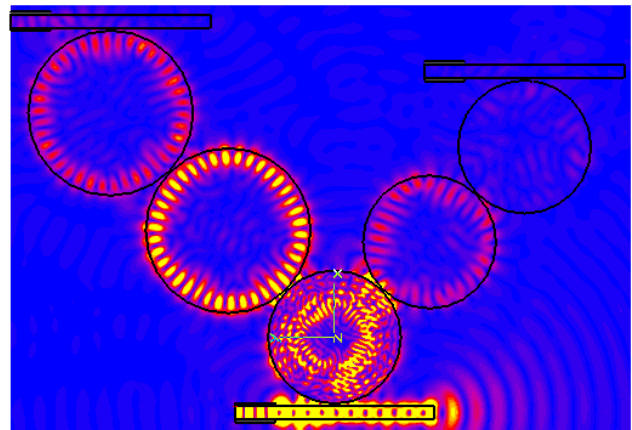


Рис. 1 – Распределение электрического поля при частоте 95.128 ГГц (10 кЭ)

[1] P. P. Absil, J. V. Hryniewicz, B. E. Little, F. G. Johnson, K. J. Ritter, and P.-T. Ho, “Vertically coupled microring resonators using polymer wafer bonding”, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 13, pp. 49–51, 2001.

ДЕМУЛЬТИПЛЕКСОР ПО ДЛИНЕ ВОЛНЫ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА СУПЕРПРИЗМЫ

А.С. Гнатенко¹, В.И. Липкина¹, И.В. Гурьев¹, И.А. Сухоиванов^{1,2}

*Лаб. «Фотоника» Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14*

²*FIMEE, Universidad de Guanajuato, Salamanca, Mexico
e-mail: gnatenko-s@mail.ru*

В настоящее время существует большое количество стандартных демультиплексоров по длине волны, состоящих из дифракционной решетки и линзы, а также на основе интерферометров, однако из-за весьма больших размеров они не могут быть включены в оптическую интегральную цепь.

В данной работе предложен демультиплексор на основе двумерного фотонного кристалла с аномальной дисперсией, позволяющей наблюдать эффект суперпризмы. Суперпризма проявляет высокую хроматическую дисперсию излучения, вследствие чего становится возможным произвести эффективное демультиплексирование по длине волны на довольно коротком расстоянии (порядка нескольких десятков микрометров). Моделирование распространения излучения в предложенном демультиплексоре произведено методом конечных разностей во временных интервалах [1]. Предложенный в работе демультиплексор состоит из однородного материала, в котором искусственным путем создается периодическая модуляция показателя преломления. Излучение, содержащее большое количество каналов на разных длинах волн, поступает на вход устройства. В результате высокой хроматической дисперсии фотонного кристалла, происходит пространственное разделение каналов, которые, поступая на выход устройства могут быть усилены, восстановлены либо обработаны соответствующим образом.

Параметры демультиплексора, полученные в работе, дают возможность произвести его интеграцию в полностью оптическую цепь на основе двумерного фотонного кристалла, а полученные характеристики свидетельствуют о высокой эффективности разделения частотных каналов.

[1] A. Tavlove, "Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method", *Artech House, Norwood, MA*, 1995.

СВЯЗАННЫЕ ДИСКОВЫЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ НА МОДАХ ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЕРЕИ В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН

Е.В. Горошко, Р.В. Головащенко

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины

12, ул. Ак. Проскуры, Харьков, 61085, Украина

e-mail: goroshko_elena@ire.kharkov.ua

Свойства микрорезонаторов и управляемых элементов фотоники на их основе, например, оптических волноводов на связанных резонаторах (ОВСР) интенсивно изучаются в последнее время. Теория расчета ОВСР [1] хорошо развита, однако экспериментальное исследование таких структур в оптическом диапазоне длин волн затруднительно. В настоящей работе приведены результаты моделирования волноведущих устройств на основе связанных дисковых диэлектрических резонаторов на модах шепчущей галереи (ДДР МШГ) в миллиметровом диапазоне длин волн. Экспериментальное исследование (спектр мод, добротность и распределение полей) одиночного и связанных ДДР на МШГ было выполнено на компьютеризированном 3-х координатном сканере в диапазоне частот 51–79 ГГц [2].

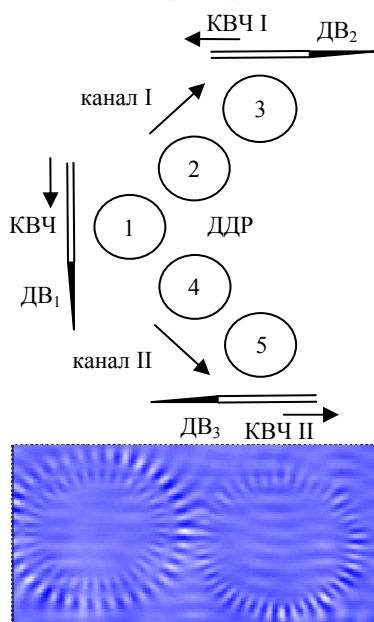


Рис. 1. Схема модели селективного усилителя и картина распределения электрической компоненты электромагнитного поля в участке канала I (ДДР₁ и ДДР₂)

Путем подбора параметров ДДР и конфигурации их расположения можно создавать цепочки связанных резонаторов, включающие управляемые элементы [3]. В качестве управляемых элементов могут использоваться ДДР из сегнетоэлектриков, полупроводников или ферритов, управляемые внешним электрическим или магнитным полем. Такие цепочки будут обладать специфическими свойствами. Мы моделировали селективный ответвитель, состоящий из 5 связанных ДДР (рис. 1) разных размеров, изготовленных из кристаллического кварца (ДДР_{1,2,3}) и лейкосапфира (ДДР_{4,5}). Возбуждение структуры проводилось через ДДР₁, а ДДР_{2,3} и ДДР_{4,5} – каналы I и II соответственно. Резонаторы были подобраны так, что при подаче на вход системы широкополосного сигнала в полосе 0.4 ГГц (70.7 ГГц – 71.2 ГГц) происходила частотная селекция и по каналу I распространялась волна с частотой ($f_1=70.77\pm 0.01$ ГГц), а по каналу II распространялась волна с частотой ($f_2=70.99\pm 0.01$ ГГц). Сравнение наших результатов с теоретическими [1] позволит уточнить модели структур для создания элементов на основе одно – трехмерных связанных резонаторов для терагерцового и оптического диапазонов частот.

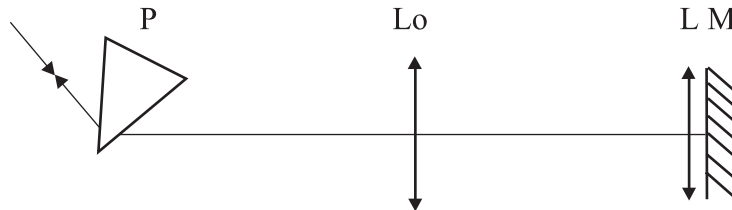
- [1] Boriskina S. V. "Coupling of whispering-gallery modes in size-mismatched microdisk photonic molecules", *Optics Letters*, vol. 32, no.11, pp. 557–1559, 2007.
- [2] Головащенко Р. В., Горошко Е. В., Варавин А. В., Плевако А. С., Деркач В. Н. "Аппаратно-программный комплекс для спектроскопических исследований в миллиметровом диапазоне длин волн", *16-я Международная Крымская конференция "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии, КрыМиКо'2006: Мат. конф. – Севастополь: Вебер, С. 817–818, 2006.*
- [3] Derkach V. N., Golovashchenko R. V., Goroshko E. V., "Coupled-cavity structures on the base of whispering gallery disk dielectric resonators at millimeter wave band", *Proc. of the 10th Anniv. Intern. Conf. on Transparent Optical Networks, ICTON 2008 - Athens, Greece*, vol. 4., pp. 234–237, 2008.

ДИСПЕРСИОННАЯ ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ НА ОСНОВЕ ФУРЬЕ СИНТЕЗА

М. Калашян, К. Паланджян, Г. Есаян, Л. Мурадян
 Лаборатория сверхбыстрой оптики, факультет физики, ЕГУ
 ул. А. Манукяна 1, Ереван 0025, Армения
 e-mail: mkalashyan@yandex.ru

Дисперсионные линии задержки (ДЛЗ), в настоящее время широко используются в сверхбыстрой лазерной технике и оптике, особенно в качестве компрессоров и стретчеров. В качестве ДЛЗ чаще всего используется пара дифракционных решеток [1] или призм [2]. Недостатком решеточных ДЛЗ являются большие энергетические потери и пространственный сдвиг частотных компонент. Указанный недостаток можно устранить с помощью зеркала, возвращающего излучение обратно в решеточную пару. После двойного прохода пространственное смещение частотных компонент компенсируется. Призмные ДЛЗ-компрессоры, обладающие преимуществами малых энергетических потерь и отсутствием пространственного смещения частот, ограничены фемто-субпикосекундным диапазоном длительностей используемых импульсов [3].

В данной работе продемонстрирована новая дисперсионная линия задержки с возможностью передать импульсу как отрицательный так и положительный чирп. Она имеет компактный дизайн и может быть использована для более длинных импульсов. На рисунке представлена принципиальная схема эксперимента. Предложенное устройство состоит из SF11 дисперсионной призмы (P) с линзой L_0 в качестве простейшего спектрометра, линзы L в качестве фазовой маски и зеркала M. Дисперсионная призма P и фазовая маска L расположены вблизи фокальной плоскости линзы L_0 .



У зеркала имеем разложение спектральных компонент по поперечной пространственной координате, что дает возможность с помощью пространственной фазовой маски управлять спектральной фазой излучения. С помощью линзы L мы передаем $\varphi(\omega) \sim \omega^2 f$ параболическую спектральную фазу, которая зависит от фокальной длины f . В эксперименте использовались линзы разной оптической силы. Чтобы передать импульсу отрицательный и положительный чирпы, использовались соответственно собирающие и рассеивающие линзы.

В эксперименте использовалась коммерческая фемтосекундная лазерная система Coherent Verdi10+Mira. Излучение лазера разделялось на две части. Первая часть направлялась в дисперсионную линию задержки, а вторая часть оставалась неизменной. Далее оба импульса подавались на вход оптического спектрального анализатора Ando AQ6315. Регистрируемые спектральные интерферограммы позволяли восстановить спектральную фазу прошедшего через ДЛЗ тестируемого излучения.

Таким образом, продемонстрирована ДЛЗ, состоящая из призмы с линзой, в качестве простейшего спектрометра, и дополнительной линзы, в качестве фазовой маски. В отличие от традиционной ДЛЗ она имеет простой дизайн, в данном устройстве знак и сила дисперсии задаются оптической силой линзы — фазовой маски.

[1] E. B. Treacy, "Optical pulse compression with diffraction gratings", *IEEE J. of Quantum Electron* vol. 5, no. 9, p. 454, 1969.

[2] R. L. Fork, O. E. Martinez and J. P. Gordon, "Negative dispersion using pairs of prisms", *Opt. Lett.* vol. 9, no.5, p. 150, 1984.

[3] S. Akturk, et al. "Extremely simple single-prism ultrashort-pulse compressor", *Opt. Expr.* vol. 14, p.10101, 2006.

ПРЕЛОМЛЯЮЩАЯ МИКРОКАПИЛЛЯРНАЯ АДИАБАТИЧЕСКАЯ ЛИНЗА

П.В. Петров, А.А. Большаков, Н.Н. Кольчевский

Белорусский государственный университет
220030, г. Минск, пр. Независимости, 4
e-mail: kolchevsky@bsu.by

В 1996 году в журнале “Nature” вышла статья, в которой авторами предложена идея использования составных преломляющих линз для фокусировки жесткого рентгеновского излучения. Одной из разновидностей составных преломляющих линз является рентгеновская микрокапиллярная линза, разработанная в БГУ. Линза представляет собой набор капель жидкости в стеклянном капилляре. Каждая капля жидкости является преломляющей поверхностью для рентгеновского излучения. Уменьшения фокусного расстояния в микрокапиллярной рентгеновской линзе добиваются за счет увеличения числа преломляющих поверхностей. При увеличении числа линз, увеличивается и длина линзы, при этом действительный фокус линзы может оказаться внутри микрокапиллярной линзы. Поэтому, в первом приближении, длина микрокапиллярной линзы не может быть больше фокусного расстояния преломляющей микрокапиллярной линзы.

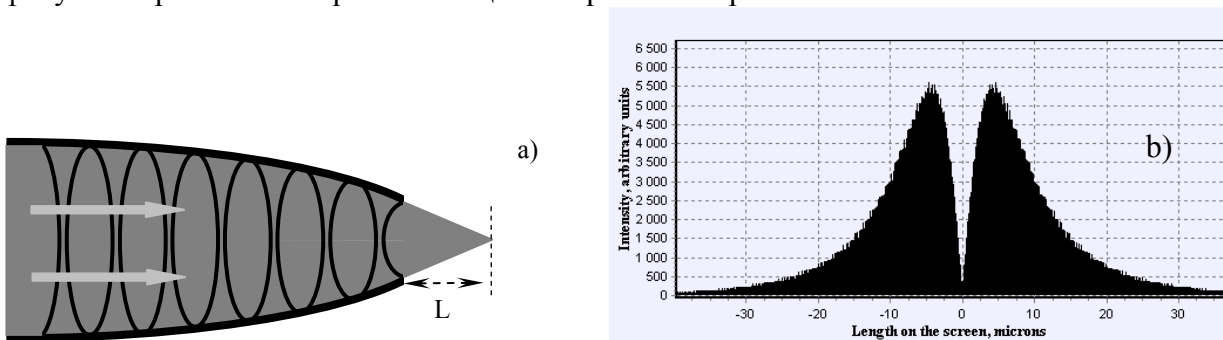


Рис.1 Адиабатическая рентгеновская микрокапиллярная линза(а); Распределение интенсивности на выходе рентгеновской микрокапиллярной линзы(б).

Для уменьшения фокусного расстояния рентгеновской преломляющей линзы можно использовать набор линз уменьшающегося радиуса. Такая линза называется адиабатической линзой (рис. 1а). Одной из разновидностей адиабатических линз является микрокапиллярная адиабатическая линза.

Предлагается формировать адиабатическую линзу в стеклянном микрокапилляре. В условии эксперимента задают функцию изменения радиусов микролинз. В соответствии с заданной функции формируется профиль стеклянного микрокапилляра. Капля жидкости, помещенная в микрокапилляр, формирует линзу радиус которой равен радиусу микрокапилляра в данном сечении. Таким образом, профиль стеклянного микрокапилляра воспроизводит функцию изменения радиусов на каплях жидкости в капилляре. Предлагаются различные критерии и способы задания функции изменения радиусов микролинз. Разработана методика габаритного расчета адиабатических линз на основе стеклянных микрокапилляров, в зависимости от их типа и условий эксперимента. Разработано программное обеспечение, позволяющее рассчитать ход рентгеновского луча в микрокапиллярной адиабатической линзе в приближении геометрической оптики с учетом поглощения. Анализируются результаты расчета интенсивности на выходе адиабатической линзы в приближении геометрической оптики методом Монте-Карло. Обсуждаются возможности создания рентгеновских микропучков с заданным распределением интенсивности (рис. 1б).

MULTIBAND SYSTEM FOR NON-CONTACT TEMPERATURE MEASUREMENT

A. Mazikowski¹

¹*Gdansk University of Technology*
Faculty of Electronics, Telecommunications and Informatics
Department of Optoelectronics and Electronics Systems
11/12 Narutowicza Str., 80-952 Gdansk, Poland
e-mail: adam.mazikowski@eti.pg.gda.pl

Temperature is one of the most frequently controlled parameters during both physical, and technological processes and scientific research. Although many measurement methods are known, the problem of temperature measurements is of great importance. In some instances temperature measurements ought to be performed using non-contact methods, because of safety or convenience reasons. Unknown emissivity of the measured body degrades measurement accuracy, therefore research is being done on systems which give results independent of emissivity value [1,2].

One of the possible solutions of this problem is multiband methods. In these methods measurements of the emitted radiance of the object are taken at several wavelengths (usually more than four). The emissivity of the object, which is usually a function of wavelength (emissivity profile), and the temperature can be calculated by fitting the measurement data to the theoretical model [2]. In this paper we describe an idea of a multiband system for non-contact temperature measurement and analytic techniques which allow calculate temperature and emissivity of the examined body from the measured data. Influence of some factors on measurement accuracy is also discussed. Described technique gives a possibility to optimize construction of the whole system using computer modeling.

However, modeling of such systems, what is usually the first stage of system designing, requires acceptance of several simplifications and approximations. In this paper an experimental verification of modeling results is also described [3]. Based on developed experimental setup some tests are performed. It allows us to determine some systems parameters and whole system estimation. Results confirm the assumed simplification and the method for determination the object temperature in the range of performed experiments.

- [3] Adam Mazikowski, Krzysztof Chrzanowski, „Non-contact multiband method for emissivity measurement”, *Infrared Physics & Technology*, Vol 44, pp. 91-99, 2003
- [4] M. B. Kaplinsky i inni: „Recent advances in the development of a multiwavelength pyrometer”, *Opt. Eng.* Vol. 36 No 11, pp. 3176-3187, 1997
- [5] Adam Mazikowski, Marcin Gnyba, „Experimental verification of multiband system for non-contact temperature measurements”, *Proc. SPIE* Vol. 5258 pp. 198-201, Workshop on Atomic and Molecular Physics., 2003

ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО БАЗИСА СФЕРИЧЕСКИ СИММЕТРИЧНЫХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА

Т.Е. Ремаева¹, А.Г. Нерух¹

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. Высшей математики, тел. (057) 702-13-72
e-mail: t.remayeva@gmail.com

Во многих оптических процессах и явлениях взаимодействие света с веществом развиваются во времени в ограниченных пространственных областях, так что для их детального исследования требуется решение начально-краевых электродинамических задач. Теоретические исследования таких процессов в большинстве случаев ограничиваются одномерными, плоско-слоистыми, или двумерными слоистыми структурами. Однако реальные объекты ограничены в пространстве во всех трех измерениях, что требует решения трехмерных начально-краевых задач. Простейшей, но адекватной многим практическим приложениям, моделью является слоистая сферически симметричная ограниченная область. В данной работе построено новое функциональное пространство с целью создания удобного математического аппарата для решения пространственно-временных электромагнитных задач со сферической симметрией.

Переход из пространства с базисом в сферических координатах к новому базису осуществляется следующим образом:

$$\langle \vec{x} | \vec{p} \rangle_{mn} = e^{pt} \cdot \begin{pmatrix} \vec{L}_{mn} \\ \vec{M}_{mn} \\ \vec{N}_{mn} \end{pmatrix} \quad \langle \vec{p} | \vec{x} \rangle_{mn} = e^{-pt} \cdot (\vec{L}_{mn} \quad \vec{M}_{mn} \quad \vec{N}_{mn})$$

где векторные функции $\vec{L}_{mn}, \vec{M}_{mn}, \vec{N}_{mn}$ определяются соотношениями

$$\vec{L}_{mn}(s, \vec{r}) = \frac{1}{s} \text{grad}[\Upsilon_{mn}(\theta, \varphi) j_n(sr)] = \frac{1}{s} \frac{d}{dr} [j_n(sr)] \vec{P}_{mn}(\theta, \varphi) + \sqrt{n(n+1)} \frac{1}{sr} j_n(sr) \vec{B}_{mn}(\theta, \varphi)$$

$$\vec{M}_{mn}^1(s, \vec{r}) = \text{rot}[r \Upsilon_{mn}(\theta, \varphi) j_n(sr)] = \sqrt{n(n+1)} j_n(sr) \vec{C}_{mn}(\theta, \varphi)$$

$$\vec{N}_{mn}^1(s, \vec{r}) = \frac{1}{s} \text{rot}[M_{mn}(s, \vec{r})] = n(n+1) \frac{1}{sr} j_n(sr) \vec{P}_{mn}(\theta, \varphi) + \sqrt{n(n+1)} \frac{1}{sr} \frac{d}{dr} [r j_n(sr)] \vec{B}_{mn}(\theta, \varphi)$$

, где $\Upsilon_{mn}(\theta, \varphi) = P_n^m(\cos \theta) e^{im\varphi}$, индекс n принимает значения от 0 до ∞ , m изменяется от $-n$ до

n . Векторы $\vec{P}, \vec{B}, \vec{C}$ являются сферическими гармониками, образующими полную ортогональную систему векторов. Данные векторы были использованы для построения дискретного решения в работе [1]. В данной работе стоит цель нахождения непрерывного аналитического решения.

Переход к новому представлению и обратно, к координатному, осуществляется следующим образом:

$$\langle \vec{p} | \vec{a} \rangle = \int d\vec{x} \langle \vec{p} | \vec{x} \rangle \langle \vec{x} | \vec{a} \rangle \quad \langle \vec{a} | \vec{p} \rangle = \int d\vec{p} \langle \vec{x} | \vec{p} \rangle \langle \vec{p} | \vec{a} \rangle$$

Символы интегрирования имеют следующий смысл

$$\int d\vec{p} = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=-m}^m \int_{-i\infty}^{i\infty} \frac{dp}{2\pi i} \int_0^{\infty} s^2 ds \quad \int d\vec{x} = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi} d\theta \sin \theta \int_0^{\infty} dt \int_0^{\infty} r^2 dr$$

Элементы базиса ортогональны в смысле введенного скалярного произведения.

[17] G.Kokkorakis, J. Fikioris. "EM Field induced in inhomogeneous dielectric spheres by external sources", *IEEE Transactions on Antennas and Propag. Magazine*, vol. 55, no.11, pp. 3178-3190, 2007.

СПЕКТРАЛЬНАЯ КОМПРЕССИЯ И СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕРАЦИИ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ

М. Калашян¹, Т. Мансурян¹, А. Зейтунян¹, Г. Есаян¹, Л. Мурадян¹,
Ф. Лурадур², А. Бартелеми²

¹Лаборатория сверхбыстрой оптики, факультет физики, ЕГУ
ул. А. Манукяна 1, Ереван 0025, Армения

²Департамент фотоники, НИИ XLIM, Лиможский университет,
123 А. Томас, Ф-87060 Лимож, Франция
e-mail: mkalashyan@yandex.ru

За последнее десятилетие спектральная компрессия (СК) применяется в оптике сверхбыстрых процессов и лазерной физике [1] для регистрации временной огибающей амплитуды и фазы импульсов путем Фурье-преобразования [2], тонкой частотной перестройки излучения, генерации временных темных солитонов и нелинейно-оптической фильтрации шумов. Нелинейные и дисперсионные эффекты высоких порядков вместе с самовоздействием в волокне приводят к абберациям. Для получения безабберационной временной линзы может быть использован усовершенствованный метод СК с использованием мощного опорного импульса для фазовой кросс-модуляции, но этот метод имеет свои недостатки.

В настоящей работе продемонстрирован новый метод СК и спектрально-временного отображения (СВО) посредством генерации суммарной частоты. Новый метод “самоопорный” (self-reference) и безабберационный. В нашем эксперименте источником фемтосекундных импульсов служит титан-сапфировый лазер Coherent Mira-900, накачиваемый непрерывным лазером Coherent Verdi-10. Излучение делится на две части: большая мощность (80%) направляется в волокно, где формируется субпараболический опорный импульс, а остальная часть проходит через дисперсионную линию задержки. Нелинейно-спектральный характер опорного импульса делает его чирп линейным и независимым от начальных характеристик импульса. Только дисперсия и длина волокна определяют величину чирпа. Таким образом, в нашем методе происходит самоформирование опорного импульса. В обоих плечах установки имеются линейно-чирпированные импульсы, вследствие чего временные профили импульсов повторяют их спектральные профили. Далее эти два импульса направляются в нелинейный кристалл. Гашение чирпов, при условии неизменности опорного импульса в течение сигнального приводит к СК и СВО. Чтобы тестировать предложенную нами систему по отношению к абберациям, были сформированы различные импульсы, измерены их спектрально-временные образы и сравнены автокорреляционные функции образов с измеренными. Также проанализирована возможность частотной перестройки импульса. Временная задержка между сигнальным и опорным импульсом приводит к сдвигу несущей частоты неколлинеарного импульса. Частотная перестройка проведена в диапазоне ± 8 нм, при диапазоне задержки ± 4 пс.

Таким образом, предложенный метод СК и СВО имеет следующие преимущества:

- не требует дифференциации сигнального и опорного излучений
- является безабберационным и “самоопорным”
- разделенность физических факторов позволяет эффективно контролировать процесс.

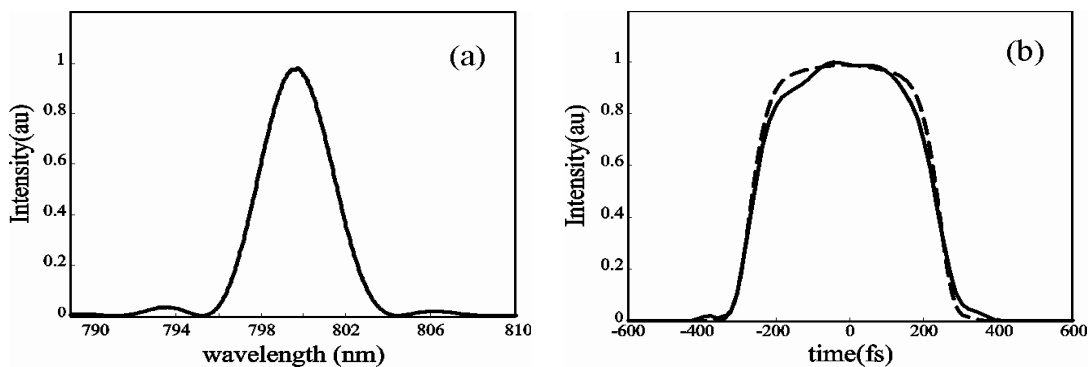
- [1] L.Kh. Mouradian, A.V. Zohrabyan, A. Villeneuve, A. Yavrian, G. Rousseau, M. Piche, C. Froehly, F. Louradour, A. Barthélémy, “Applications of temporal Kerr lensing to signal manipulation and analysis,” *CLEO/Europe-2000*, Conf. Digest, CTuH6, 2000.
- [2] L. Kh. Mouradian, F. Louradour, V. Messenger, A. Barthélémy, and C. Froehly, “Spectro-temporal imaging of femtosecond events,” *IEEE J. Quantum Electron.* vol. 36, p.795, 2000.

ГЕНЕРАЦИЯ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ СПЕКТРАЛЬНО-ОГРАНИЧЕННЫХ ИМПУЛЬСОВ В СПЕКТРАЛЬНОМ КОМПРЕССОРЕ

К. Паланджян, М. Калашян, А. Кутузян, Г. Есаян, Л. Мурадян

*Лаборатория сверхбыстрой оптики, факультет физики, ЕГУ
ул. А. Манукяна 1, Ереван 0025, Армения
e-mail: kristipolan@yandex.ru*

За последнее десятилетие в ряде теоретических и экспериментальных работ были показаны практические применения спектральной компрессии (СК) в сверхбыстрой оптике, преимущественно в сфере управления и регистрации лазерного излучения [1]: для регистрации временной огибающей амплитуды и фазы сверхкоротких импульсов путем Фурье-преобразования, тонкой частотной перестройки излучения, генерации временных темных солитонов, и др.. В частности, показано, что при двукратном соотношении длин дисперсионной линии задержки и волокна достигается эффективный режим СК, в котором в точке максимальной компрессии формируются спектрально-ограниченные прямоугольные импульсы. Генерация прямоугольных оптических сигналов представляет большой интерес особенно в оптической коммуникации и для характеристики и калибровки устройств, а также подобные импульсы могут служить в качестве опорных в различных экспериментах [2]. В нашем эксперименте спектральный компрессор состоял из дисперсионной линии задержки (ДЛЗ) (пара дисперсионных призм и возвращающее зеркало) и одномодового волоконного световода (ОВС). В ДЛЗ с аномальной дисперсией импульс удлиняется и приобретает отрицательный чирп. Далее в оптическом волокне фазовая самомодуляция приводит к гашению чирпа и к спектральному сжатию. С помощью метода спектральной интерферометрии восстановлены начальные фазы и временные профили интенсивности исследуемых импульсов. При этом для спектральной интерферометрии в качестве опорного импульса использовался начальный импульс. На рисунке показаны зарегистрированный спектр (а) и восстановленный временной профиль прямоугольного импульса (сплошная линия) в сравнении с результатами численного моделирования (б). Длительность импульсов на входе в спектральный компрессор составляла 100фс, спектр сжимался в 3 раза.



Таким образом, экспериментально исследовано формирование спектрально-ограниченных прямоугольных импульсов в дисперсионном режиме СК в точке максимальной спектральной компрессии. Полученные экспериментальные результаты находятся в хорошем согласии с результатами численного моделирования.

- [1] L.Kh.Mouradian, A.V.Zohrabyan, A.Villeneuve, A.Yavrian, G.Rousseau, M.Piche, C.Froehly, F.Louradour, A.Barthélémy, "Applications of temporal Kerr lensing to signal manipulation and analysis," *CLEO-Europe-2000*, Conf. Digest, Vol. 39, paper CTuH6, 2000.
- [2] D. Wang, S. Fujioka, H. Chuen Lim, K. Thanakom, S.-Y. Kim, K. Kikuchi, "Rectangular Short Pulse Generation by Using Strong Unchirped Fiber Bragg Grating", *CLEO-2006*, Conf. Digest, JThC105, 2006.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПО ЕГО СПЕКТРУ

Скуратовский С.И., Корниенко Ю.В.

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: sssnake@ire.kharkov.ua*

Возможность реконструкции изображения объекта по модулю его Фурье-образа была показана теоретически в [1] (позднее в [2]) и практически в [3]. В данной работе путём численного счёта исследована сходимость предназначенного для этой цели итерационного процесса. Показано, что при случайном выборе начального приближения вероятность сходимости процесса к правильному результату уменьшается при увеличении среднеквадратичного расстояния начального приближения от истинного изображения объекта. Проиллюстрированы случаи правильной и неправильной сходимости (попадания в ловушку, рис. 1). Установлен дискретный характер множества ловушек. Приведены карты сходимости на случайно выбранной плоскости в пространстве изображений. Показана возможность применения этого алгоритма для восстановления комплексной функции в конечной области на плоскости. Исследована возможность применения этой процедуры для определения параметров атмосферы по изображению точечного объекта. Приведены первые результаты такой обработки.

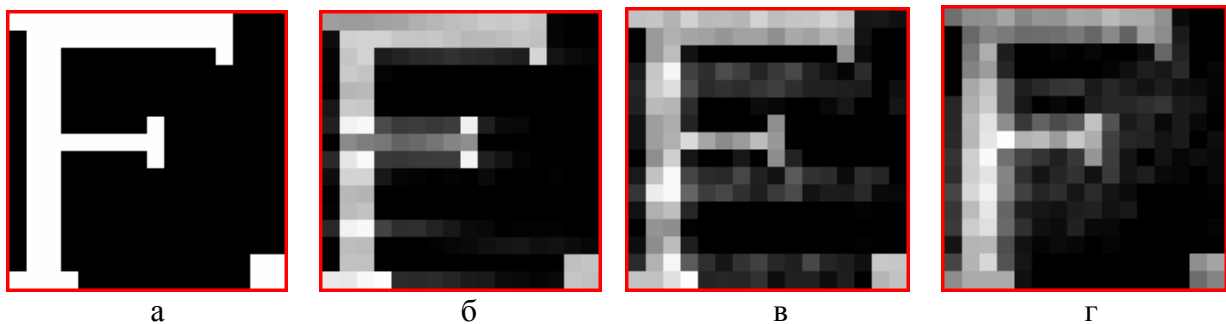


Рис. 1 – Реконструированные изображения объекта при правильной сходимости (а) и в трёх ловушках (б-г)

- [1] Корниенко Ю. В. “О возможности восстановления изображения слабого объекта, искаженного влиянием земной атмосферы”, *Докл. АН УССР, Сер. А.*, № 10, С. 931-933, 1977.
- [2] Fienup J.R. “Reconstruction of an object from the modulus of its Fourier transform”, *Opt. Lett.*, vol. 3, pp. 27-29, 1978.
- [3] Бабичев А.А., Корниенко Ю.В. Парусимов В.Г., Станкевич Д.Г., Усиков А.Я. “Цифровая обработка астрономических изображений”, *Тр. 14-го Международ. конгресса по высокоскоростной фотографии и фотонике*, с. 436-439, 1980.

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

III Young Researcher Career Development Workshop

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials

РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

МЕТАМАТЕРІАЛИ

МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

БІОФІЗИКА

КОМПАКТНАЯ КОАКСИАЛЬНАЯ АНТЕННА САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

М. Хруслов

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
khruslov_mm@yahoo.com*

На основании экспериментальных исследований и результатов численного моделирования рассмотрены способы формирования различных конических диаграмм направленности аксиально-симметричных коаксиальных монопольных антенн со сложным экраном.

Исследуемая антенна представляет собой цилиндрический монополь (отрезок центральной жилы коаксиального кабеля) высотой d_{r1} , находящийся над сложным экраном. Экран состоит из вертикальной части (внешняя оплетка коаксиального кабеля) высотой d_r и горизонтальной, представляющей собой медный диск радиусом R . При этом, вся вышеописанная конструкция находится в диэлектрическом слое (Рис. 1).

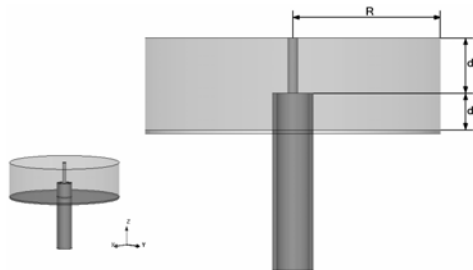


Рис. 1 Конструкция антенны

В работе, показано, что наличие диэлектрического окружения приводит к расширению основного лепестка в диаграмме направленности коаксиальной монопольной антенны. В работе показано, что данная антенная конструкция, в зависимости от геометрических параметров, позволяет полечить как двухчастотную антенну, так и антенну работающую в широкой полосе частот. В результате проведенных исследований предложена антенна перспективная для использования в новейших системах связи и передачи данных стандарта IEEE 802.16, таких как WiMax.

- [1] Horng-Dean Chen, Hong-Twu Chen, "A CPW-Fed Dual-Frequency Monopole Antenna," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-52, no. 4, pp. 978-982, April 2004.
- [2] George F. Tsachtsiris, Constantine F. Soras, Manos P. Karaboikis, Vassilios T. Makios, "Analysis of a Modified Sierpinski Gasket Monopole Antenna Printed on Dual Band Wireless Devices," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-52, no. 10, pp. 2571-2579, October 2004.
- [3] Jen-Yea Jan, Liang-Chih Tseng, "Small Planar Monopole Antenna With a Shorted Parasitic Inverted-L Wire for Wireless Communications in the 2.4-, 5.2-, and 5.8-GHz Bands," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-52, no. 7, pp. 1903-1905, July 2004..
- [4] I.V. Ivanchenko, A.M. Korolev, V.L. Pazynin, N.A. Popenko, M.M. Khruslov, "Effect of finite ground plane and monopole's height on radiation characteristics of monopole antenna," In: Proc MICON-2006, pp. 729-731.
- [5] I.V. Ivanchenko, A.M. Korolev, V.L. Pazynin, N.A. Popenko, M.M. Khruslov, "The features of radiation pattern formation of the monopole antenna with finite ground planes," *Telecommunications and Radio engineering*, vol. 65, pp. 1859-1869, 2006.

ЭФФЕКТИВНАЯ ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИФРАКЦИИ НА ТОНКИХ ДИСКАХ

М.В. Балабан

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: mikhail.balaban@gmail.com*

В работе рассматривается задача дифракции электромагнитного поля на бесконечно тонком идеально проводящем диске, тонком электрорезистивном и тонком диэлектрическом диске. Для построения электродинамической модели используются уравнения Максвелла и обобщенные граничные условия: $[E_{tg}^+ + E_{tg}^-] = 2Z_0 R \cdot \vec{n} \times [H_{tg}^+ - H_{tg}^-]$ и

$$Z_0 [H_{tg}^+ + H_{tg}^-] = -2Q \cdot \vec{n} \times [E_{tg}^+ - E_{tg}^-].$$

Здесь Z_0 и k – импеданс и волновое число в свободном пространстве, R и Q – электрическая и магнитная резистивности, соответственно. Целью данной работы является построение эффективной численно-аналитической схемы решения задачи. Для этого используются представления нормальных к диску компонент полей в виде ряда Фурье по азимутальной переменной φ , каждый коэффициент которого есть скалярное преобразование Ханкеля порядка m от соответствующей функции-образа. Касательные к диску компоненты полей тогда могут быть записаны в виде ряда Фурье по φ , каждый коэффициент которого есть вектор-функция – образ так называемого векторного преобразования Ханкеля порядка m (см. [1]). Таким образом, шестикомпонентное электромагнитное поле представляется в терминах преобразований Фурье и интегральных преобразований Ханкеля от набора из $4m$ ($m = 0 \dots \infty$) независимых функций. Так представленные компоненты полей автоматически удовлетворяют уравнениям Максвелла вне точек источников и условию излучения Сильвера-Мюллера. Путем подставления полученных выражений для компонент полей в граничные условия, задача сводится к связанным парным интегральным уравнениям (СПИУ). Для дальнейшего решения используется прием их условного “развязывания”. Для этого проводится интегрирование каждого СПИУ по радиальной переменной и вводятся в рассмотрение четыре (для каждого СПИУ) константы интегрирования, так называемые константы связи или “свободные” константы (см. [2]). Далее каждое ПИУ сводится к интегральному уравнению Фредгольма второго рода (ИУФ2), аналогично акустической задаче дифракции на абсолютно жестком или мягком диске (см. [3]), или путем применения обратного преобразования Ханкеля. Для отыскания констант связи используется условие поведения тока при подходе к ребру диска или эквивалентное ему условие непрерывности образов скачков и сумм нормальных к диску компонент полей в пространстве преобразований Абеля. В результате рассматриваемая задача сводится к набору из $4m$ связанных ИУФ2. Их решение предлагается проводить численно, с помощью обращения оператора соответствующего матричного УФ2, полученного после любой разумной дискретизации ИУФ2 с последующим усечением.

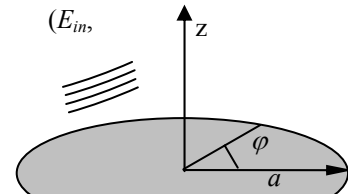


Рис. 1. Геометрия

[1] *Balaban M.V., Nosich A.I. Vector Hankel transform and dual integral equations in electromagnetic diffraction by a PEC disk // Proceedings of 10th International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory. – 2004 - P. 272-274.*

[2] *Свищев Ю.В., Тучкин Ю.А. К теории парных сумматорных уравнений со “свободной константой” // Физ. исследования с использованием радиоволн мм и субмм диапазонов: Сб. науч. тр., Харьков. - 1991. - С. 146-157.*

[3] *Lugovoy A.V., Sologub V.G. Scattering of electromagnetic waves by a disk placed over lossy dielectric halfspace // URSI-B Symp. Electromagnetic Theory. – 1974. - P. 198-200.*

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ПЧЕЛИНОГО РОЯ

А.Ю. Галан

*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4
e-mail: alexey.galan@gmail.com*

Particle Swarm Optimization (PSO), мощный эволюционный вычислительный алгоритм, имитирующий социальное поведение пчелиного роя в природе, который используется для поиска глобальных экстремумов в сложных многомерных задачах оптимизации.

PSO является простым для реализации, использования и адаптации к задачам со многими параметрами, и как было показано, в определенных случаях превосходит другие методы оптимизации, такие как генетический алгоритм (GA) [1].

В эволюционных вычислениях используются принципы адаптации живых организмов к условиям внешней среды в процессе эволюции. Аналогию модели PSO можно представить в виде роя пчел ищущих наибольшее скопление цветов в неизвестном для них поле. Пчелы начинают свое движение из случайных положений со случайными скоростями. Осуществляя поиск наибольшего скопления цветов, каждая пчела обменивается информацией с другими пчелами, и выбирает траекторию движения, опираясь на собственный опыт, и информацию о положении наибольшего скопления цветов, обнаруженного любой из пчел роя. Таким образом, пчелы исследуют поле, летая над скоплениями цветов, которые их притягивают, в надежде найти наибольшее скопление цветов во всем поле. Постепенно весь рой стягивается в область наибольшего скопления цветов, не находя других альтернатив на своем пути.

Предложенный Kennedy и Eberhart в 1995 году [2], метод PSO привлек внимание исследователей, работающих в различных областях науки, в том числе и электродинамике, где он нашел широкое применение в задачах моделирования антенн для систем мм и суб-мм диапазонов длин волн [3].

Целью работы является разработка численного алгоритма глобальной оптимизации, основанного на PSO, способного к быстрому поиску максимума функции многих параметров. Алгоритм был реализован на языке Фортран 90 и написан в формате удобном для интегрирования с другими алгоритмами, что позволит в дальнейшем применить его для решения широкого класса задач. Работоспособность алгоритма была протестирована на тестовых функциях двух и многих переменных. Были исследованы условия сходимости алгоритма, изучено влияние различных типов граничных условий на скорость сходимости, а также определены оптимальные параметры для вычисления векторов скоростей частиц, движущихся внутри вычислительного окна (пространстве допустимых значений).

Во время презентации будут представлены описание метода и алгоритма, а также результаты моделирования для тестовых функций многих параметров.

- [1] J. Kennedy and W. M. Spears, "Matching algorithms to problems: an experimental test of the particle swarm and some genetic algorithms on multi modal problem generator," in *Proc. IEEE Int. Conf. Evolutionary Computation*, 1998.
- [2] J. Kennedy and R. Eberhart, "Particle swarm optimization," in *Proc. IEEE Int. Conf. Neural Networks*, 1995, vol. 4, pp. 1942-1948.
- [3] J. Robinson and Y. Rahmat-Samii, "Particle swarm optimization in electromagnetic," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 52, pp. 397-407, Feb. 2004.

ЧИСЛОВИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ГІПЕРСИНГУЛЯРНОГО ІНТЕГРАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ У МЕТАЛІ З НЕСКІНЧЕННО ТОНКОЮ ТРІЩИНОЮ

Я.В. Дацко

*Фізико-механічний інститут ім. Г.В Карпенка НАН України
79601, м. Львів, вул. Наукова, 5
e-mail: slavik@ipm.lviv.ua*

Одним із поширених методів виявлення дефектів типу тріщин у провідних конструкційних матеріалів є неруйнівний контроль за допомогою низькочастотного електромагнітного поля [1]. Якщо розкрити тріщин малий, то для дослідження цієї взаємодії використовують модель тріщини у вигляді розрізу, на якому задано деякий розподіл електричних диполів, електромагнітне поле яких еквівалентне полю тріщини [2]. Визначення цього розподілу зводиться до розв'язування системи з двовимірних гіперсингулярних інтегральних рівнянь першого роду. Аналогічні рівняння отримують в теорії пружності для тіл із тріщинами, механіки крихкого руйнування, термопружності, аеродинаміки, дифракції електромагнітних хвиль на провідних екранах тощо. Незважаючи на великий обсяг публікацій, присвячених цій тематиці, загальна теорія розв'язання таких рівнянь далека від завершення. Тому актуальне створення ефективних числових методів їх розв'язання.

Розглянуто наступну тривимірну задачу: на границю напівбезмежного металічного матеріалу, що містить тріщину еліптичної форми з безмежно малим розкриттям під довільним кутом падає плоска електромагнітна хвиля. Необхідно визначити розподіл електричних диполів по поверхні тріщини. Як первинне поле будемо розглядати поле плоскої хвилі напрям поширення якої перпендикулярний до поверхні провідника. Вектор електричного поля у цьому випадку записується у вигляді $\vec{E} = \vec{E}_0 e^{ikh}$, де k - хвильове число, $\text{Im } k > 0$, h - відстань від точки спостереження до поверхні провідника, \vec{E}_0 - тангенціальна складова вектора електричного поля на поверхні провідного середовища. Методом граничних інтегральних рівнянь визначення розподілу диполів звелось до розв'язання гіперсингулярного інтегрального рівняння, яке інтерпретувалось в сенсі скінченних частин за Адамаром:

$$\frac{1}{4\pi\sigma} \iint_{S_e} \varphi(\xi) \frac{e^{ikR}}{R^3} (k^2 R^2 + ikR - 1) dS_\xi = -(\vec{E}(\eta), \vec{n}),$$

де $R = R(\xi, \eta) = |\eta - \xi|$, $\eta, \xi \in S_e$, $S_e: \xi_1^2/a^2 + \xi_2^2/b^2 \leq 1, b \leq a$, \vec{n} - нормаль до поверхні S_e

Для побудови числового алгоритму його розв'язання запропоновано адитивне виділення інтегралів: гіперсингулярного з ядром статичної задачі, з полярною особливістю, з неперервним ядром, з подальшою регуляризацією отриманого рівняння. Поділом області тріщини на граничні елементи у формі прямокутників побудовано дискретний аналог інтегрального рівняння. Так отримано наближені аналітичні формули для обчислення певного класу особливих інтегралів, що суттєво підвищило точність обчислення матричних елементів відповідної системи лінійних рівнянь – дискретного аналога інтегрального рівняння.

Проведено числове тестування запропонованого алгоритму розв'язання інтегрального рівняння. Встановлено, що метод граничних елементів ефективний для інженерних розрахунків, які вимагають невисокої точності (порядку декількох відсотків).

[1] Назарчук З.Т. Деякі актуальні питання неруйнівного контролю матеріалів // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 1993. № 1. – С. 97–105.

[1] Bowler J.R. Eddy - current interaction with an ideal crack. I. The forward problem // J. Appl. Phys. –1994. – № 12. – P.8128–8137.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАССЕЯНИЯ ВОЛН ИДЕАЛЬНО ПРОВОДЯЩЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ С ПРОДОЛЬНЫМИ ЩЕЛЯМИ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ЦИЛИНДРЕ

Духопельников С.В.

Национальный технический университет «ХПИ»

61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21

e-mail: sergey_dukh@ukr.net

Математические модели дифракции плоской монохроматической волны на цилиндрической структуре с конечным числом продольных щелей, нашли широкое применение при проектировании апертурных и поверхностных антенн, открытых резонаторов, щелевых волноводов и фильтров на их основе. Дифракция Е-поляризованной электромагнитной волны на цилиндре, в сечении которого лежит кольцо с одной продольной щелью во внешней поверхности, представлена в работе [1].

В настоящей работе рассмотрена задача дифракции плоской монохроматической волны на диэлектрическом цилиндрическом слое, внутренняя поверхность которого покрыта идеально проводящей цилиндрической поверхностью, а внешняя – идеально проводящей цилиндрической поверхностью с конечным числом продольных щелей. Изучена соответствующая двумерная задача в кольце – сечении структуры плоскостью перпендикулярной образующим цилиндрических поверхностей рис.1. Волновой вектор падающего поля лежит в этой плоскости.

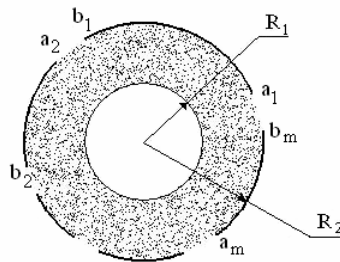


рис. 1. Сечение цилиндрической структуры плоскостью.

Соответствующая краевая задача для уравнений Максвелла сводится к двум независимым краевым задачам для уравнения Гельмгольца (случаи ТЕ-,ТМ-волн, см. например, [2]). Представляя поля в виде обобщенных рядов Фурье и используя параметрические представления для гиперсингулярного и сингулярного интегральных операторов, а также интегрального оператора с логарифмическим ядром, рассматриваемые краевые задачи сводим к граничным интегральным уравнениям: в случае ТМ-волн – к сингулярному интегральному уравнению, в случае ТЕ-волн – к гиперсингулярному интегральному уравнению.

Построены дискретные математические модели граничных интегральных уравнений, а затем, используя квадратурные формулы интерполяционного типа [2], получаем системы линейных алгебраических уравнений для нахождения приближенных значений неизвестных функций, через решения которых выражаются физические величины. Проведено строгое обоснование приближенных решений с использованием дискретной математической модели и получены оценки скорости сходимости этих решений к точным.

- [1] Richard W. Ziolkowski, J. Brian Grant Scattering from Cavity-Backed Apertures: The Generalized Dual Series Solution of the Concentrically Loaded E-Pol Slit Cylinder Problem. //IEEE Transactions on Antennas and Propagation. – 1987. Vol. AP-35, №5. P. 504-528.
- [2] Гандель Ю.В., Еременко С.В., Полянская Т.С. Математические вопросы метода дискретных токов. Обоснование численного метода дискретных особенностей решения двумерных задач дифракции электромагнитных волн: Учебное пособие. Ч. II. – Х.: ХГУ, 1992. – 145 с.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РУПОРНОЙ АНТЕННЫ С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВСТАВКАМИ

О.Л. Карпович, В.В. Кизименко

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
220013, Беларусь, г.Минск, ул. П.Бровки, д.6
e-mail: oleg.karpovich@gmail.com

В работе рассмотрены результаты численного моделирования пирамидального рупора с плавным волноводным переходом, образованным диэлектрическими вставками и дополнительными формирователями диаграммы направленности в виде выступающих из раскрыва рупора концов диэлектрических вставок, для согласования и коррекции поля излучения на рабочей частоте 37ГГц.

Для обеспечения минимальных потерь при переходе с металлического прямоугольного перехода на диэлектрический волновод, методами численного моделирования были получены форма и размеры диэлектрической вставки, а также расстояние перехода (рис. 1а,б), обеспечивающие минимальное значение коэффициента стоячей волны (КСВ).

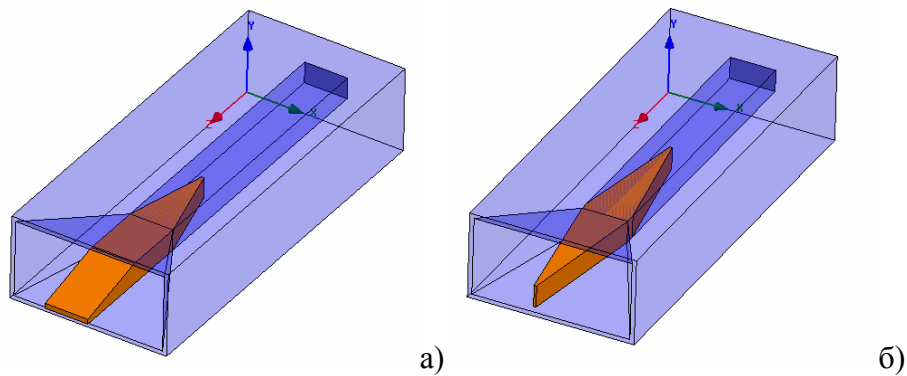


Рисунок 1 – Модели рупора с диэлектрическими вставками

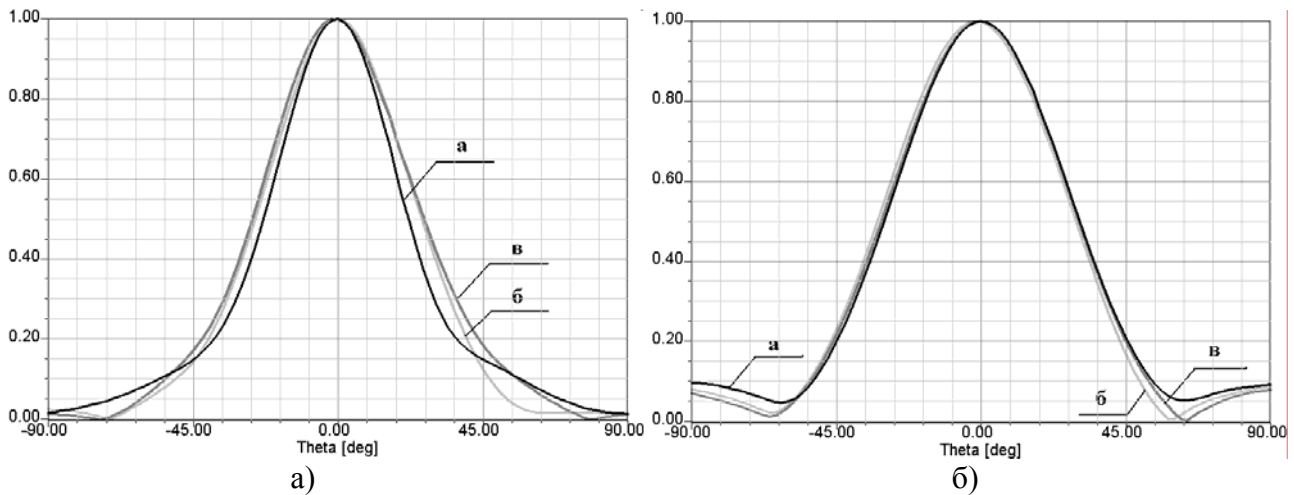


Рисунок 2 – ДН рупорной антенны а - в плоскости Н, б – Е

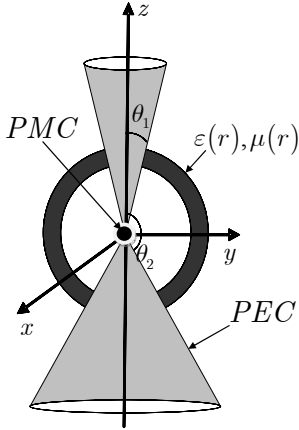
Результаты численного моделирования показали, что использование диэлектрических вставок позволяет изменить форму ДН, на рис. 2: а – рупор без диэлектрической вставки, б – для вставки на рис. 1.а, в – для вставки на рис. 1.б.

I. Boryssenko A.O. Dielectric-Core Conical-Horn Antennas with Rectangular-Waveguide Feed for Point-to-Point Millimeter-Wave Communication/ IEEE Antennas and Propagation Magazine. 2000, Vol.42, No.2, p.129-136.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ВОЛН В РАДИАЛЬНО-НЕОДНОРОДНЫХ НЕСИММЕТРИЧНЫХ БИКОНИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ

Б.А. Кочетов, А.Ю. Бутрым

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4
e-mail: bkochetov@bk.ru



Для анализа излучения, создаваемого импульсными электрическими и магнитными токами и зарядами в неоднородной магнитодиэлектрической среде в присутствии идеально проводящих конических поверхностей во временной области, был применен метод модового базиса в сферической системе координат. В предлагаемой работе показано использование этого метода для анализа несимметричной биконической линии с радиально-неоднородным заполнением. Т.е. диэлектрическая и магнитная проницаемости среды являются функциями радиальной координаты: $\varepsilon = \varepsilon(r)$, $\mu = \mu(r)$. При распространении волн в радиально-неоднородных средах не происходит межмодового преобразования, и каждая мода распространяется независимо от остальных. Исследуемая структура возбуждается кольцевым нестационарным электрическим током вида: $\vec{J}(\vec{r}, t) = \vec{\varphi}_0 \delta(r - R) \delta(\theta - \pi/2) f(t)$, где $\vec{\varphi}_0$ – орт, $\delta(\cdot)$ – дельта функция, $f(t)$ – произвольная функция времени. Ток предполагается заданным на поверхности сферы радиусом R с граничными условиями типа идеального магнитного проводника. При таком возбуждении в линии возникают независимые H -волны. Напряженность электрического и магнитного поля в этом случае, соответственно имеют вид:

$$\sqrt{\varepsilon_0} \vec{\mathcal{E}}(\vec{r}, t) = r^{-1} \sum_m e_m(r, t) \vec{E}_m(\theta, \varphi)$$

$$\sqrt{\mu_0} \vec{\mathcal{H}}(\vec{r}, t) = r^{-1} \sum_m h_m(r, t) \vec{H}_m(\theta, \varphi) + r^{-2} \vec{r}_0 \sum_m h_m^r(r, t) p_m \Phi_m(\theta, \varphi)$$

\vec{r}_0 – радиальный орт. Базисные функции угловых координат определяются в виде:

$$\Phi_m(\theta) = C_m^1 P_{\nu_m}(\cos \theta) + C_m^2 Q_{\nu_m}(\cos \theta); \quad \vec{E}_m = -\vec{\varphi}_0 p_m^{-1} \partial_\theta \Phi_m; \quad \vec{H}_m = \vec{\theta}_0 p_m^{-1} \partial_\theta \Phi_m.$$

$P_{\nu_m}(\cdot)$, $Q_{\nu_m}(\cdot)$ – присоединенные функции Лежандра первого и второго рода соответственно. Константы C_m^1, C_m^2 находятся как собственные вектора следующей системы однородных линейных алгебраических уравнений и нормируются условием $1/4\pi \int_\Omega \Phi_m \Phi_n d\Omega = \delta_{mn}$:

$$C_m^1 \frac{dP_{\nu_m}(\cos \theta_1)}{d\theta} + C_m^2 \frac{dQ_{\nu_m}(\cos \theta_1)}{d\theta} = 0 \quad C_m^1 \frac{dP_{\nu_m}(\cos \theta_2)}{d\theta} + C_m^2 \frac{dQ_{\nu_m}(\cos \theta_2)}{d\theta} = 0 \quad (1)$$

Спектральный параметр определен как: $p_m = \sqrt{\nu_m(\nu_m + 1)}$, где ν_m – собственные значения, при которых определитель системы (1) обращается в ноль. Эволюционные коэффициенты находятся из системы линейных дифференциальных уравнений в частных производных с переменными по r коэффициентами $\varepsilon(r)$, $\mu(r)$:

$$\varepsilon \mu \frac{\partial^2 e_m}{\partial \tau^2} - \frac{\partial^2 e_m}{\partial r^2} + \frac{1}{\mu} \frac{d\mu}{dr} \frac{\partial e_m}{\partial r} + \mu \frac{p_m^2 e_m}{r^2} = -\sqrt{\mu_0} r \mu \frac{1}{4\pi} \int_\Omega \left[\vec{r}_0 \times \frac{\partial \vec{J}}{\partial \tau} \right] \cdot \vec{H}_m d\Omega \quad (2)$$

$$\partial h_m / \partial \tau = -\mu^{-1} \partial e_m / \partial r \quad \partial(\mu h_m^r) / \partial \tau = -e_m$$

Для численного решения системы уравнений (2) использовался метод конечных разностей.

Этот метод далее будет применен для анализа антенн, которые соответствуют таким линиям с конечными размерами, излучающие в свободное пространство.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ИЗ ОТКРЫТОГО КОНЦА ВОЛНОВОДА МЕТОДОМ СОГЛАСОВАНИЯ МОД ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

М. Н. Легенький¹, А. Ю. Бутрым²

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина

61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4

e-mail: mlegenkiy@ya.ru¹; abutrym@yandex.ru²

Многие задачи распространения и дифракции коротких импульсов наиболее естественно решать во временной области. Одним из наиболее универсальных методов решения таких задач является метод конечных разностей во временной области (FDTD). Некоторые простые задачи, такие как распространение в регулярном волноводе, могут быть решены аналитически. В данной работе для решения поставленной задачи используется гибридный метод, в котором FDTD применяется для каждого независимого модового канала, а метод согласования мод (переразложения) используется для описания связи модовых каналов на неоднородности (открытом конце волновода с бесконечным фланцем).

Задача о распространении полей в регулярной области (регулярный участок волновода, свободное пространство) может быть решена аналитически методом модового базиса [1]. При этом поля представляются разложением по модам с амплитудами, которые удовлетворяют уравнению Клейна-Гордона $(\partial_t^2 - c^2 \partial_z^2 + \chi_n^2) e_n = 0$, где $e_n(z, t)$ – модовая амплитуда, χ_n – собственное число данной моды. Следует отметить, что если в закрытых волноводах поле описывается дискретным набором таких мод, то в свободном пространстве спектр этих мод становится непрерывным. Моды, как в регулярном волноводе, так и в свободном пространстве распространяются независимо и могут преобразовываться на неоднородности, которой в данном случае является конец волновода с фланцем.

В данном методе поля в регулярных областях рассчитываются с помощью численного решения уравнения Клейна-Гордона (УКГ), а связь мод на неоднородности рассчитываются с помощью переразложения мод в каждый момент времени с учетом граничных условий на неоднородности [2]. Ввиду непрерывности спектра мод для точного описания распространения поля в свободном пространстве потребовалось бы решение УКГ для каждой собственной частоты из непрерывного спектра, что невозможно. Однако предложенный метод позволяет корректно рассчитать значение поля в плоскости раскрытия волновода. В модовой области поля в раскрыве представляются в виде суперпозиции разложений учитываемых мод закрытого волновода по спектру свободного пространства:

$$F(\chi, \chi_n) = \int_S \Phi_n(\vec{r}_\perp, \chi_n) \Psi(\vec{r}_\perp, \chi) dS$$

где χ_n – собственное значение моды Φ_n из дискретного спектра закрытого волновода, Ψ – моды свободного пространства. При этом пространственный спектр поля на плоскости фланца должен представляться линейной комбинацией конечного количества таких спектров, поэтому рассчитывая его для нескольких значений спектрального параметра (по количеству учитываемых мод волновода) можно восстановить коэффициенты линейной комбинации, и следовательно весь пространственный спектр для любой частоты.

После вычисления поля в раскрыве волновода поле излучения может быть найдено с помощью интеграла Кирхгофа.

- [1] Butrym A. Yu., Zheng Yu, Dumin A. N., Tretyakov O. A. Transient wave beam diffraction by lossy dielectric half space // Proc. 10th International conference on “Mathematical Methods in Electromagnetic Theory” (ММЕТ’04). – Dnipropetrovsk (Ukraine), September 14-17, 2004. – P. 345-347.
- [2] Legenkiy M. N., Zheng Yu, and Butrym A. Yu. Mode matching in Time Domain // Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals, 15-19 September, 2008, Sevastopol, Ukraine p. 225 – 227.

АКТИВНАЯ ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ИЗ КООКСИАЛЬНО-СЕКТОРНЫХ ВОЛНОВОДОВ

Ю.В. Мангушина, А.В. Грибовский

*Радиоастрономический институт НАН Украины
61002, г. Харьков, ул. Краснознаменная, 4
e-mail: julia_mango@mail.ru*

В данной работе рассматривается фазированная антенная решетка (ФАР) из коаксиально-секторных волноводов. На рис.1 представлена базовая ячейка решетки. На данный момент характеристики рассматриваемого волновода недостаточно исследованы. Сложность расчета такой структуры обусловлена геометрической формой волновода. При математическом описании полей волновода используются функции Бесселя и Неймана нецелых индексов. Использование в качестве излучателей коаксиально-секторных волноводов позволяет значительно расширить сектор сканирования ФАР по сравнению, например, с решетками из круглых или прямоугольных волноводов. В активных ФАР они позволяют получить более компактные сетки расположения излучателей.

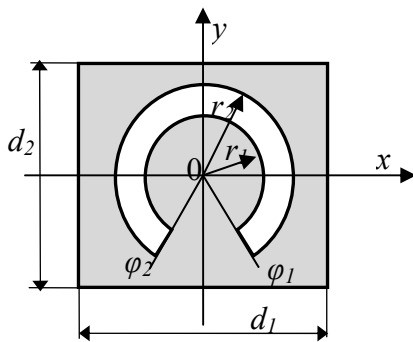


Рис.1. Базовая ячейка

Найдены критические частоты для ТЕ- и ТМ- волн коаксиально-секторного волновода. Низшим типом волны в данном волноводе является волна ТЕ₁₁.

При оценке характеристик антенной решетки из коаксиально-секторных волноводов используется метод частичных областей [1], основанный на непосредственном сшивании полей на границе двух сред с использованием граничных условий. С помощью данного метода удается получить бесконечную систему линейных алгебраических уравнений второго рода, позволяющая рассчитать коэффициент отражения основной волны в волноводе и парциальную диаграмму направленности антенной решетки при возбуждении волноводов основным типом колебаний – волной ТЕ₁₁.

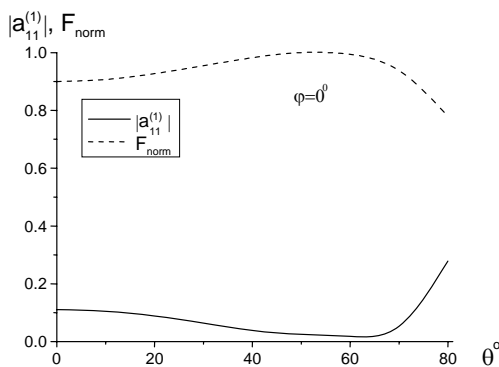


Рис.2. Коэффициент отражения и парциальная диаграмма направленности

На рис.2 представлены результаты расчетов коэффициента отражения и парциальной диаграммы направленности для антенной решетки из коаксиально-секторных волноводов при оптимальных геометрических размерах ($d/l \approx 0.1$, где d – ширина кольца, l – электрическая длина волновода).

Величина сектора сканирования рассматриваемой антенной решетки превосходит величину сектора сканирования антенных решеток из волноводов более сложного сечения, например четырехгребенчатых волноводов [2].

Исследования показали, что коаксиально-секторные излучатели позволяют проектировать ФАР с сектором сканирования $\sim 70^\circ$ с коэффициентом отражения не более чем 0.15.

[1] Грибовский А.В., Просвирнин С.Л., Резник И.И. Отражательная фазированная антенная решетка из прямоугольных волноводов конечной глубины // Радиофизика и астрономия. - 1997, т.2, №1. – С. 52-60.

[2] Котов Ю.В. Широкополосные волноводные излучатели фазированных антенных решеток с вращающейся поляризацией // Антенны. – 2005, вып.11. – С. 22-29.

ЭЛЕМЕНТ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ С УПРАВЛЯЕМОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ

С.В. Нестерук, М.Б. Проценко

*Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова
65029, Одесса, ул. Кузнечная 1
e-mail: nesteruk_sergey@mail.ru*

Повышение пропускной способности радиоканалов связи связано с оптимизацией параметров существующих радиосистем. Одним из ключевых направлений в этом отношении является создание новых и улучшение существующих антенн. Так использование антенных решеток позволяет реализовать динамическое управление характеристиками направленности, что можно рассматривать как пространственную обработку радиосигналов с целью повышения энергетического потенциала радиоканала. Одновременно с этим известны подходы к согласованию приемных и передающих антенн по поляризации [1], однако, данная область остается малоисследованной, а принципы учета поляризационной структуры поля излучения реализуются при разработке антенн лишь на базовом уровне. К настоящему времени известны способы создания эллиптической поляризации излучения, в частности круговой, с применением антенных элементов линейной поляризации за счет введения дополнительных фазовых сдвигов в возбуждающие воздействия [2]. Управление поляризацией в данном случае может осуществляться путем коммутации соответствующих каналов возбуждения [3]. При этом основными видами антенн, применяющихся для указанных целей, являются полосковые и вибраторные антенны. Полоса рабочих частот таких антенн невелика, а управление поляризацией излучения оказывается достаточно грубым. Таким образом, целью предлагаемой работы является разработка антенного элемента, который бы позволил создавать поле эллиптической поляризации с произвольными параметрами и, кроме того, обладал широкой полосой рабочих частот.

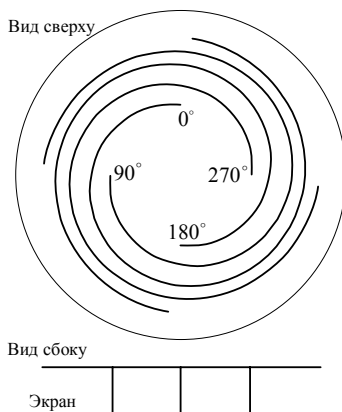


Рисунок 1 — Внешний вид плоского спирального элемента

Данный элемент строится на основе плоской 4-х заходной спирали с квадратурным возбуждением (рис. 1). Анализ данной структуры производится с помощью обобщенного метода наводимых ЭДС. Для решаемой задачи этот метод наиболее удобен, поскольку сравнительно быстро позволяет получить характеристики элемента с высокой степенью точности. В результате проведенных исследований установлено, что предлагаемая антенная структура способна обеспечить высокий уровень коэффициента эллиптичности (КЭ) в полосе рабочих частот, характерной для спирального элемента. Для повышения устойчивости входных характеристик и стабилизации характеристики направленности применен специальный закон намотки спирального элемента, заключающийся в постепенном уменьшении шага спирали по направлению от центра. Управление параметрами поляризации заключается в изменении амплитудного соотношения между квадратурными компонентами. Для изменения направления вращения вектора напряженности электрического поля необходимо изменить полярность возбуждения в горизонтальном плече на противоположное.

- [1] Комарович В.Ф., Никитченко В.В., Рожков А.Г. Системы обработки информации (Адаптивная обработка радиосигналов). — М.: Знание, 1989. — 64 с.
- [2] Huang J. A technique for an array to generate circular polarization with linearly polarized elements // IEEE Trans. Antennas Propagat. - 1986.- vol. 34, №9.- pp. 1113 - 1124.
- [3] Row J., Wu J. Aperture-coupled microstrip antennas with switchable polarization // IEEE Trans. Antennas Propagat. - 2006.- vol. 54, №9.- pp. 2686 - 2691.

РАСЧЕТ СПЕКТРА ОБЪЕМНЫХ РЕЗОНАТОРОВ В ВИДЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

А.Ю. Попков¹

¹Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: lytc@yandex.ru

В работе [1,2] описан полусферический открытый резонатор (ОР), в центре плоского зеркала которого расположен отрезок сверхразмерного круглого волновода. В такой открытой электродинамической системе могут возбуждаться аксиально-симметричные типы колебаний. Экспериментально показано, что в диапазоне перестройки порядка длины волны в таком резонаторе существует только одно колебание. По этой причине такая резонансная система может найти широкое применение в различных приборах и устройствах мм и субмм диапазонов длин волн. В частности, она может быть использована для измерения электрофизических свойств веществ с большими потерями.

Для дальнейшего изучения подобных электродинамических систем, возникает необходимость построения численного алгоритма для расчета спектра их собственных частот и колебаний, чему и посвящена работа.

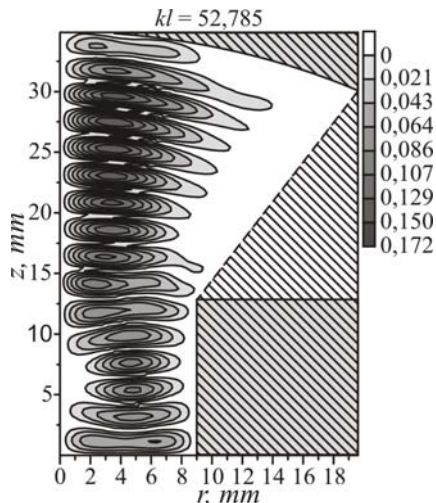


Рис. 1. Примеры распределения полей в исследуемом резонаторе. Показана E_ϕ – компонента поля. Рисунок симметричен относительно вращения вокруг Oz .

Метод решения основан на том, что в ОР аксиально-симметричные типы колебаний ограничены каустическими поверхностями и, следовательно, обладают малыми дифракционными потерями. Если теперь поместить металлические стенки в области экспоненциально спадающего поля для такой резонансной системы (см. рис. 1, пунктирные линии), то структура поля в резонаторе практически не изменится. Следовательно, задача фактически сводится к исследованию объемного резонатора. Выбирая из полученного спектра только такие колебания, поле которых локализовано вблизи оси резонатора приходим к решению поставленной задачи.

Задача о собственных частотах такого резонатора методом Бубнова-Галеркина сведена к линейной проблеме поиска собственных значений и собственных векторов некоторой бесконечной матрицы.

Проведен численный эксперимент, в результате которого, были найдены колебания, обладающие малыми дифракционными потерями, при различных диаметрах цилиндрической части резонатора. Полученные результаты показали, что в диапазоне перестройки резонатора порядка длины волны, существует только одно устойчивое колебание. Это хорошо согласуется с результатами работы [2].

[1] I.K. Kuzmychov, G.M. Glybytsky, and P.M. Melezhyk, An open resonator for permittivity measurement of materials // U.A. Patent 67978 A, July 15,2004.

I.K. Kuzmichev, P.N. Melezhyk and A.Ye. Poedinchuk, An open resonator for physical studies // Inter. Journal of Infrared and Millimeter Waves, vol. 27, pp. 857 – 869, June 2006.

РЕЗОНАНС ПОЛНОГО ОТРАЖЕНИЯ ТОНКИМ СТЕРЖНЕМ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ

С.А. Приколотин

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: prikolotin@ire.kharkov.ua*

Рассмотрена задача дифракции основной TE_{10} волны прямоугольного волновода на тонком металлическом стержне с изломом, помещенном в прямоугольный волновод (Рис. 1). Такая волноводная модель является некоторым аналогом бесконечно тонкой двупериодической решетки из периодических криволинейных лент. Авторами [1] было установлено, что подобная решетка обеспечивает полное отражение падающей плоской волны в конце одноволнового, с точки зрения задачи дифракции, диапазона частот. Аналогично даже небольшой излом стержня вызывает появление резонанса полного

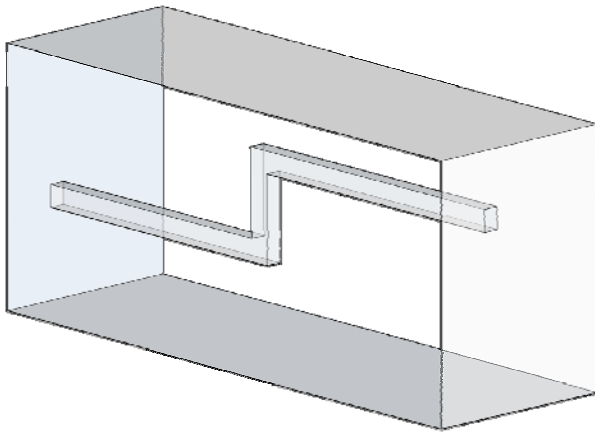


Рис. 1. Стержень с изломом в прямоугольном волноводе.

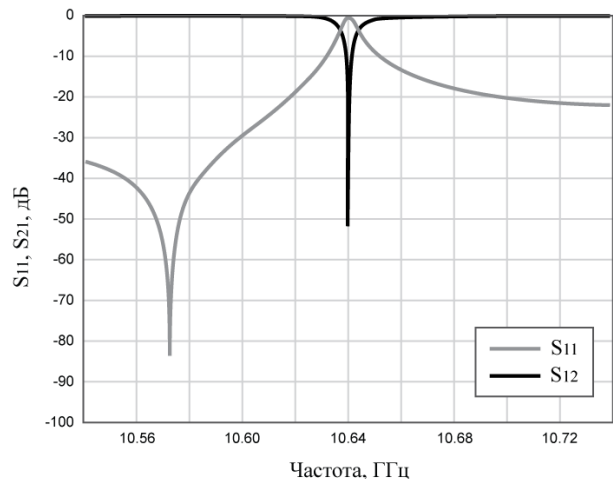


Рис. 2. Потери, вносимые стержнем с изломом.

отражения TE_{10} волны в одноволновом диапазоне частот. В качестве метода анализа использована комбинация метода частичных областей и метода обобщенных матриц рассеяния [2]. Применение этого подхода позволяет получить наиболее быстрые, устойчивые и точные алгоритмы.

Исследовано влияние геометрических размеров стержня на частоту и добротность резонансов. Даны практические рекомендации для выбора размеров стержня, обеспечивающие требуемые резонансную частоту и ширину полосы запираения.

- [1] П.Л. Младенов, С.Л. Просвирнин, Дифракция волн на двухпериодической плоской решетке из непрерывных криволинейных металлических лент, Радиофизика и радиоастрономия, том 7, № 3, с. 265-272, 2002.
- [2] Kirilenko A., Kulik D., Rud L., Tkachenko V., Pramanick P. Electromagnetic modeling of multi-layer microwave circuits by the longitudinal decomposition approach // Int. Microw. Symp. – Phoenix. – 2001. – Vol.2. - P.1317-1320.

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МІМО ТЕХНОЛОГИИ

И.Ю. Рожновская, С.В. Нестерук, М.Б. Проценко

*Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова
65029, г. Одесса, ул. Кузнечная, 1
e-mail: Irina_Zhukovskay@mail.ru*

Концептуальные аспекты дальнейшего развития систем радиосвязи определяются главным образом требованиями рынка, спросом на новые виды услуг, высокоскоростной передачей данных и объемом передаваемой информации. Все это свидетельствует о необходимости дальнейшего развития систем беспроводной связи в направлении значительного увеличения их пропускной способности при обеспечении высокого качества предоставляемых высокоскоростных услуг. В настоящее время в основном определены этапы развития систем беспроводной связи на ближайшую перспективу. В частности, в [1] предлагается увеличение эффективности использования радиочастотного спектра в сети радиодоступа на основе применения МІМО (multiple input multiple output) технологии – применения приемо-передающих антенн с многоканальным выходом и входом. При этом теоретической основой МІМО технологии является теория пространственно-временной обработки сигналов [2], которая описывает методы оптимального приема сигналов с учетом пространственно-поляризационной структуры электромагнитного поля.

Представленные в докладе результаты исследований показали, что теоретическое увеличение емкости канала при построении системы беспроводного доступа на основе МІМО технологии связано с выигрышем, получаемым за счет применения множества антенн, пространственного уплотнения радиосигналов и подавления нежелательных интерференционных эффектов. К недостаткам радиосистем, построенным на основе МІМО технологии, относится та особенность, что выигрыш в повышении скорости передачи информации обеспечивается только в условиях многолучевого радиоканала. Это ставит первую электродинамическую задачу – исследование пространственно-поляризационных свойств многолучевого радиоканала. Помимо этого, возрастает сложность самой системы, поскольку используется уже не одна антенна, а несколько. Также к недостаткам можно отнести малую изученность проблем, связанных с реализацией антенных систем, что в конечном итоге становится принципиальным фактором. Поэтому второй электродинамической задачей является практическая реализация антенной системы, поскольку именно она формирует требуемое излучение, а также осуществляет первичную обработку радиосигналов в многолучевом радиоканале.

Новизна и оригинальность направления решения сформулированных задач заключается в реализации приемных антенных систем, учитывая тот факт, что в результате многолучевого распространения электромагнитных волн в точках приема формируется поле сложной поляризационной структуры. Таким образом, предлагаются всеполяризационные антенные системы [3], с помощью которых имеется возможность независимого управления не только характеристиками направленности, но и поляризационной структурой.

- [1] *Paulraj A.J., Gore D.A., Nabar R.U., Bolskei H.* An overview of MIMO communications – a key to gigabit wireless // *IEEE Antennas Propag. Proc.* – 2004. – Vol.92, N 2. – P.198-218.
- [2] *Коростылев А.А.* Пространственно-временная теория радиосистем. – М.: Радио и связь, 1987. – 320 с.
- [3] *Нестерук С.В.* Адаптивная антенная решетка с цифровой обработкой сигнала и дискретной оптимизацией весовых коэффициентов // С.В. Нестерук, В.С. Семов, М.Б. Проценко – *Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке: Материалы 10 Междунар. мол. ф-ма, Харьков, 19-21 апреля 2006 г.* – Харьков, 2006. – С. 38.

ОДНОРОДНЫЕ ЛИНИИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМИ ПОТЕРЯМИ ПРИ ЭКСПОСИНУСОИДАЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

М.В. Рожновский, А.М. Иваницкий

Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова
65029, г. Одесса, ул. Кузнечная 1, тел./факс 726-19-63
e-mail: mixail_exp@list.ru

Результаты исследований по изучению применения в телекоммуникациях явления выделения активной мощности реактивными элементами электрической цепи показали возможность использования вышеуказанного явления в цепях с распределенными параметрами. В области таких цепей наибольший интерес представляют однородные линии, т.е. линии, имеющие на всём своём протяжении одинаковые первичные параметры [1].

В работе [2] подробно рассмотрены вопросы моделирования вышеуказанных линий, а так же вопросы прохождения экспофункциональных сигналов через модели таких линий, однако исследования, проведенные в указанной работе, ограничены рассмотрением однородных линий без искажений [3], а исследования линий в общем виде с произвольными потерями не проводились, поэтому цель данного доклада показать результаты исследований однородной линии с произвольными потерями при экспосинусоидальном воздействии.

В результате проведенных исследований даны формулы записи вторичных параметров однородной линии при экспозодействии на данную линию. Также проведенные эксперименты подтвердили правильность выведенной формулы для определения значения параметра λ , необходимого для полной компенсации произвольных потерь в однородной линии при экспозодействии,

$$\lambda = \frac{RC + GL}{2LC}, \quad (1)$$

где R , L , C и G – первичные параметры линии.

Исследование АЧХ однородной линии с произвольными потерями при

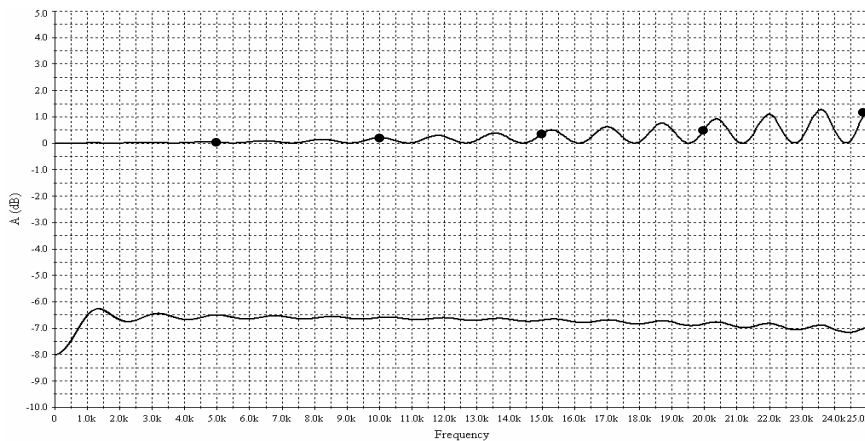


Рисунок 1 – АЧХ модели

экспосинусоидальном воздействии показали такие результаты (рис. 1). На рис. 1 верхняя характеристика соответствует АЧХ линии без потерь (длина линии 40 км), нижняя характеристика соответствует АЧХ линии с потерями, а точками на верхней характеристике показаны измеренные значения АЧХ данной линии при экспосинусоидальном воздействии.

- [1] Бакалов В.П. Теория электрических цепей / Бакалов В.П., Воробийенко П.П., Крук Б.И.; Под ред. В.П. Бакалова. – М.: Радио и связь, 1998. – 444с. – (Учебник для вузов).
- [2] Элементы практического применения экспосинусоидальных сигналов: Отчет по НИР (Шифр «Застосування») / Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова; ГР №0107U001778. – Одесса, 2007. – 65с.
- [3] Атабеков Г.И. Основы теории цепей / Атабеков Г.И. – М.: Энергия, 1969. – 424с. – (Учебник для вузов).

ДОБРОТНОСТЬ ПРОХОДНОГО ПРЯМОУГОЛЬНОГО РЕЗОНАТОРА С ЧАСТИЧНЫМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ЗАПОЛНЕНИЕМ ПРИ СИЛЬНОЙ СВЯЗИ

С.С. Самойлик¹, В.П. Бондарев¹

¹Запорожский национальный технический университет
69063, г. Запорожье, ул. Жуковского, 64
e-mail: mrsamal@rambler.ru

В техники СВЧ широко используются конструкции с диэлектрическим заполнением. В представленной работе рассматривается неполное заполнение проходного прямоугольного резонатора диэлектриками с различными свойствами, геометрической структурой и взаимным расположением внутри проходного резонатора с сильной связью.

Расчет параметров таких устройств, представляют собой очень интересные и сложные электродинамические задачи, особенно, если учитывать комплексный характер диэлектрической проницаемости неоднородностей.

В настоящее время расчет таких структур, как правило, проводится методами теории цепей, представляя каждый элемент структуры в виде различных соединений элементов с сосредоточенными параметрами без учета геометрии диэлектрического заполнения.

Предлагается, расчет параметров проходного прямоугольного резонатора со сложной формой диэлектрического заполнения решать методом частично пересекающихся областей, используя интегральные уравнения макроскопической электродинамики. Этот метод позволяет учитывать как параметры каждого из диэлектриков, так и его геометрическую форму.

В качестве математической модели выбран проходной прямоугольный резонатор с сильной связью, содержащий две неоднородности в форме диэлектрических цилиндров с заданными диэлектрическими проницаемостями (рис.1).

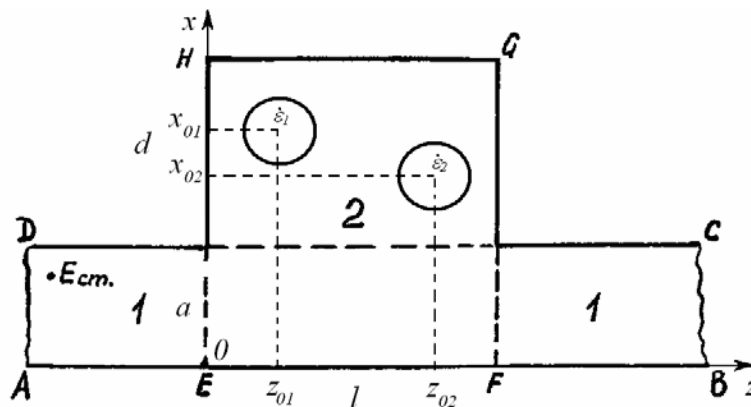


Рис. 1. Проходной прямоугольный резонатор с частичным диэлектрическим заполнением при сильной связи

Метод частично пересекающихся областей позволяет вычислять добротности различных H_{m0n} типов колебаний для произвольного числа диэлектрических неоднородностей в зависимости от их местоположения в резонаторе, диэлектрической проницаемости, геометрической формы, а также размеров самого прямоугольного резонатора.

Предложена методика расчета полной энергии запасаемой резонатором, мощности потерь в стенках резонатора, мощности потерь в частичном диэлектрическом заполнении, мощности излучения, отдаваемой резонатором во внешние устройства. Что в свою очередь позволяет рассчитать нагруженную добротность проходного прямоугольного резонатора с частичным диэлектрическим заполнением при сильной связи.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕКТОРА ПОЙНТИНГА В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ПЕРЕДАЮЩИХ АНТЕНН

Л.И. Степанова, С.В. Нестерук, М.Б. Проценко

*Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова,
65029, г. Одесса, ул. Кузнечная, 1
e-mail: nesteruk_serгей@mail.ru*

Современный уровень развития и повсеместного использования радиотехнических устройств различного назначения выдвигает на первый план проблемы их функционирования, как совместно — электромагнитная совместимость, так и в присутствии биологических объектов — электромагнитная экология. Ключевым моментом в решении указанных проблем является расчет и анализ плотности потока энергии на произвольном расстоянии от передающей и приемной антенн, включая ее пространственное распределение в определенные моменты времени.

Некоторые результаты, близкие по тематике, представлены в работе [1], где основное внимание уделено временному изменению вектора Пойнтинга. Целью данных исследований является получение общих выражений для расчета и анализа усредненного значения плотности потока энергии, анализ пространственного распределения усредненного значения вектора Пойнтинга на произвольном от антенны расстоянии, а также численное моделирование для качественного и количественного сопоставления результатов, в том числе с известными ранее.

Новизна полученных результатов заключается в получении общих выражений, которые характеризуют пространственное распределение плотности потока энергии электромагнитного поля с произвольной пространственно-временной структурой. Для этого, с использованием разложения векторов напряженности электрического и магнитного полей по ортам сферической системы координат, произведено их векторное перемножение и выделение средних и вариационных слагаемых компонент вектора Пойнтинга, его временное усреднение.

В докладе также представляются результаты анализа полученных выражений и результаты моделирования. Главный вывод исследований заключается в необходимости учета вариационных слагаемых компонент вектора Пойнтинга, что приводит к расширению границ санитарно-защитных зон вблизи передающих антенн.

В качестве примера рассмотрено поле излучения симметричного вибратора. Картина силовых линий и распределения амплитуды вектора Пойнтинга изображены на рисунках 1 и 2 соответственно.

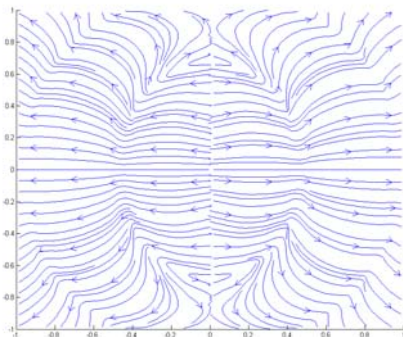


Рисунок 1 – Силовые линии вектора Пойнтинга

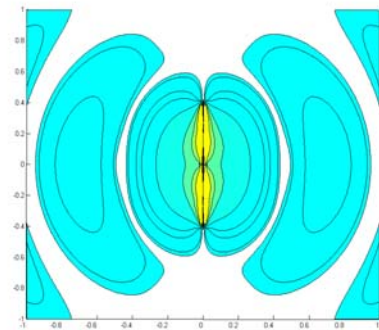


Рисунок 2 – Амплитуда вектора Пойнтинга

- [1] *Гайнутдинов Т.А.* Расчет усредненного значения плотности потока энергии в ближней зоне антенн / Т.А. Гайнутдинов, Г.А. Ерохин, В.Г. Кочержевский, А.А. Петровский //Электросвязь. — 2000. — № 12. — С.39 – 40.

ОТРАЖЕНИЕ ОТ ПЕРЕХОДНОЙ СЕКЦИИ, НАГРУЖЕННОЙ НАКЛОННЫМ ПРОВОДЯЩИМ ОБРАЗЦОМ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ ПОНИЖЕННОГО СЕЧЕНИЯ

С.И. Тарабан^{1,2}, А. И. Губин¹

¹*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины*

61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12

²*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина*

61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4

e-mail: tara_friend@mail.ua

Известен ряд методов исследования комплексной проводимости сверхпроводников (СП) σ и её зависимости от температуры T в микроволновом диапазоне частот. Резонансные методы исследования основаны на использовании различных типов резонаторов, в поле которого помещается сверхпроводящий образец. Метод позволяет исследовать зависимость $\sigma(T)$ только на резонансной частоте, однако при $T > T_c$ чувствительность метода сильно понижается.

Нерезонансные методы исследования основаны на помещении образца в линию передачи, например, в волновод или полосковую линию. Исследования СП на проход, хотя и позволяют проводить измерения в достаточно большой полосе частот и при $T > T_c$, но возможны только при использовании очень тонкой плёнки. Её толщина должна быть меньше глубины проникновения поля в образец. Если же использовать метод отражения от образца, то коэффициент отражения Γ от такого образца изменяется крайне мало, что не позволяет проводить измерения с достаточной точностью.

Недавно, в ИРЭ НАН Украины предложен и в настоящее время активно разрабатывается новый нерезонансный метод исследования $\sigma(T)$, позволяющий увеличить чувствительность, и, следовательно, точность определения $\sigma(T)$ проводящих образцов [1]. В этом методе образец размещают под углом, близким к углу Брюстера в Е – плоскости прямоугольного волновода, что позволяет реализовать падение параллельно поляризованной плоской ЭМ волны под скольльзящим углом падения, близким к углу Брюстера. Понижение сечения волновода дает возможность уменьшить площадь исследуемого образца и увеличить угол падения ЭМ волны без увеличения площади образца. Последнее позволит увеличить чувствительность метода, т.к. угол падения будет ближе к углу Брюстера. Понижение сечения волновода требует в свою очередь тщательной разработки оптимальной переходной секции для согласования двух волноводов: стандартного волновода и волновода с пониженным сечением.

Путём численного эксперимента получены Γ от переходных секций с различными законами изменения сечения, нагруженные на идеальную нагрузку. По результатам эксперимента выбрана секция с наилучшими характеристиками. Затем были получены Γ от переходной секции, нагруженной на проводящие образцы с разной проводимостью, размещённые под различными углами в волноводе с пониженным сечением.

В результате получены Γ при использовании образцов с разной проводимостью, при разных углах их размещения в волноводе и разном сечении этого волновода. Установлено, что при использовании волновода с пониженным сечением и размещении образца в нём под большим углом, чем в стандартном волноводе, без увеличения площади образца, чувствительность метода возрастает в 2 и более раз.

[1]. N.T. Cherpak, A.I. Gubin, and A.A. Lavrinovich, Microwave Reflectivity of HTS Film – Dielectric Substrate Structure at Arbitrary Incidence Angles, Telecommunications and Radio Engineering, vol.55, No 3, pp.81-89, 2001.

КРУГОВА РАМКОВА АНТЕНА НАД ПРОВІДНИМ СКІНЧЕНИМ КОНУСОМ

О.Б. Тріщук

*Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України
Наукова 5, Львів, 79601, Україна;
e-mail: trishchuk@ipm.lviv.ua*

Використовуючи метод аналітичної регуляризації, досліджено осесиметричне ТЕ-поле кругової рамкової антени, що знаходиться біля поверхні скінченого конуса. Проаналізовано діаграми спрямованості та нормований опір випромінювання. Досліджено фізичні ефекти, пов'язані з випромінюванням електродинамічної системи „скінчений конус – кругова рамкова антена”.

Вступ. Вивчення особливостей взаємодії поля кругової рамкової антени зі скінченим конусом є важливими для врахування впливу оточуючих розсіювачів на її роботу. Враховуючи широке застосування конічних структур у технічній фізиці, а також складність аналізу відповідних дифракційних процесів, розв'язали задачу розсіяння осесиметричного електромагнітного поля скінченим металевим конічним екраном строгим методом, що базується на використанні процедури аналітичної регуляризації. Отримані розв'язки можна також використати для моделювання розподілу поля системами рамкових антен за наявності скінчених конічних поверхонь.

Постановка задачі. Розглянемо скінченну конічну поверхню $Q: \{r \in (0, c); \theta = \gamma; \varphi \in [0, 2\pi)\}$ у сферичній системі координат (r, θ, φ) . Конус Q збуджується осесиметричним ТЕ-електромагнітним полем витка електричного струму $(H_r, H_\theta, E_\varphi \neq 0)$, центр якого розміщений на осі симетрії конуса; $J_\varphi = I_\varphi r^{-1} \sin^{-1} \gamma \delta(r-l) \delta(\theta-\gamma)$, де I_φ – амплітуда струму, а (l, γ) – сферичні координати джерела. У математичному плані відповідна електродинамічна задача зводиться до розв'язання нескінченної системи лінійних алгебраїчних рівнянь другого роду.

Аналіз числових результатів. Знаходили нормований опір випромінювання як функцію безрозмірного параметра $h = kl \cos \gamma$, що характеризує положення рамкової антени на осі конуса, а також розподіл електричні компоненти поля в зоні випромінювання $(D(\theta) = \lim_{r \rightarrow \infty} |r E_\varphi(r, \theta) e^{-ikr}|)$ для різних геометричних параметрів електродинамічної системи.

Проаналізували осциляції потужності випромінювання, які виникають за умови переміщенні центра антени вздовж осі симетрії конуса та зміну форми діаграм спрямованості, коли опір випромінювання електродинамічної системи досягає локальних екстремумів. За цих умов дослідили також особливості формування пелюсткової структури діаграм спрямованості.

Висновки. В роботі проведено аналіз осесиметричного електромагнітного поля кругової рамкової антени, розміщеної біля поверхні скінченного конуса. Для дослідження використали математично строгий підхід, що базується на використанні методу аналітичної регуляризації. Вивчено фізичні ефекти, пов'язані з випромінюванням електродинамічної системи „скінчена конічна поверхня – кругова рамкова антена”

МОДЕЛИРОВАНИЕ H_{0i} - ВОЛН ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДИАФРАГМИРОВАННОГО КРУГЛОГО ВОЛНОВОДА

Ши Хе, С.К. Катенев

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4
e-mail: heshi@univer.kharkov.ua

Хотя периодический диафрагмированный круглый волновод (ПДКВ), рис.1, уже давно используется в ряде важных областей, например, в ускорительной технике (волноведущие секции линейных ускорителей электронов [1,2], сепараторы частиц [3]), исследование его электродинамических характеристик еще далеко от завершения. Это имеет место даже в случае режима собственных волн волновода [2,4].

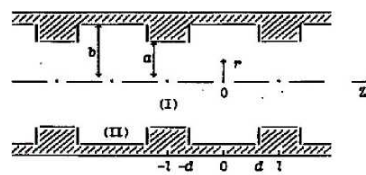


Рис.1 Периодический диафрагмированный круглый волновод

ПДКВ принадлежит к широкому классу структур с периодической границей с большой сложностью протекающих в них волновых процессов. Эти процессы можно в достаточной мере исследовать только путем строгих численных расчетов. Начальный этап подобного адекватного изучения режима собственных волн ПДКВ изложен в [4], где даются используемые понятия и термины.

В данной работе с помощью диаграмм Бриллюэна охарактеризовано влияние геометрических размеров ПДКВ на его собственные H_{0i} - волны. Для этого рассмотрены волноводы с большим ($l=3$) и малым ($l=0.75$) [4] периодами с широкой и узкой ячейкой каждый и оптимальными вариациями радиуса a . Дисперсионные характеристики ПДКВ сопоставлены с характеристиками круглого гладкого волновода и сделана попытка физического анализа свойств собственных волн периодической структуры.

Например, в случае с большим периодом и широкой ячейкой $b=3$, $l=3$, $d=2.8$ присутствует некоторая закономерность в моделировании гладким волноводом $r=b$. В случаях $b=3$, $l=3$, $d=0.3$ и $b=3$, $l=0.75$, $d=0.2$ есть некоторые закономерности в моделировании $r=a$. В случае $b=3$, $l=0.75$, $d=0.65$ закономерностей регулярного моделирования нет.

Результаты проведенного моделирования симметричных H_{0i} - волн диафрагмированного волновода регулярным волноводом соответствуют характеристикам собственной волны ПДКВ, данным в [4].

- [1] Бурштейн Э. А., Воскресенский Г. В. Линейные ускорители электронов с интенсивными пучками. М.: Атомиздат, 1970.
- [2] Вальднер О. А., Собенин Н. П., Зверев Б. В., Щедрин И. С. Справочник по диафрагмированным волноводам. М.: Атомиздат, 1977.
- [3] Garault, Y., Etude d'une classe d'ondes electromagnetique guid'ees: les onde EH. Application aux d'eflecteurs haute fr'equenze de particules rapides // Annales de Physiques. – 1965. – 10. P. 641-672.
- [4] Katenev S. K, Eigenwave characteristics of a periodic iris-loaded circular waveguide. The concepts // Progress In Electromagnetics Research, PIER – 2007. – 69. – P. 177-200.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА РЕШЕТКЕ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ

М.Н.Малеев

*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4
e-mail: blackboxes@mail.ru*

В настоящее время особый интерес исследователей привлечен к киральным средам в частности к решеткам из элементов сложной формы. Решетки из таких элементов, обладают широким классом свойств, которые зависят от как формы элементов решетки, так и от способа их включения в структуру. Возросший интерес к исследованию электромагнитных свойств киральных сред связан, прежде всего, с возможностью их применения в СВЧ технике. Главные возможности применения основываются на явлении кросс-поляризации поля в киральной среде. На основе киральных материалов возможно создание частотно- и поляризационно-селективных фильтров, преобразователей поляризации, частотно-селективных защитных экранов.

В работе экспериментально исследована объемная решетка, из прямоугольных полосковых элементов расположенных на поверхностях двух слоев диэлектрика и соединенных между собой перемычкой. Полосковые элементы и перемычка изготовлены из меди, диэлектрик выполнен из стеклотекстолита.

Исследование проводилось на установке измеряющей коэффициенты прохождения и отражения двухпозиционным бистатистическим методом. Для повышения точности эксперимента, а в частности для уменьшения влияния статистических погрешностей на результат измерения, применялся метод накопления информации о сигнале во временной области, а также усреднение.

Экспериментально исследовался коэффициент прохождения киральной решетки в диапазоне частот 26 – 37 ГГц. Измерения проводились при нормальном падении квазиплоской линейно поляризованной волны на плоскость решетки.

Приведены частотные зависимости коэффициентов прохождения, как для решетки, так и для ее составных элементов, а именно однослойной решетки и двухслойной решетки без перемычки. Наличие перемычки между полосковыми элементами приводит к смещению резонансных областей в длинноволновую область.

Также получены частотные зависимости коэффициентов прохождения для различных углов поворота решетки в плоскости перпендикулярной направлению падения волны. Основное отличие между коэффициентами прохождения при повороте решетки заключается в изменении уровня сигнала, при этом вид частотной зависимости остается неизменным.

Получена частотная зависимость кросс-поляризационных характеристик коэффициента прохождения. По полученным данным, можно сделать вывод, что такая структура преобразует линейную поляризацию в эллиптическую. При этом большая полуось эллипса поляризации коллинеарна направлению падающего поля, во всем диапазоне частот.

Рассмотрена зависимость коэффициента эллиптичности от частоты, где имеется ярко выраженная область максимума при частоте 34 ГГц.

В настоящее время продолжается работа над изучением характеристик отраженного поля данной структуры.

ЭФФЕКТИВНЫЙ ГЛАДКОСТЕННЫЙ СПЛАЙН-ПРОФАЙЛ РУПОР ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В РАДИОСТРОНОМИИ

Р.Е. Чернобровкин

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12, e-mail chernobrovkin.roman@gmail.com*

В последние годы развитие радиотелескопов идет в направлении многолучевого режима работы, позволяющего существенно расширить поле зрения и добиться получения многопиксельных радиоизображений протяженной области неба без сканирования. Для реализации такого режима требуется максимально плотно упакованная многолучевая фокальная решетка (МФР). В этой работе представлены расчетные характеристики и экспериментальные результаты компактного и эффективного гладкостенного сплайн-профайл рупора (ГСРП) предназначенного для применения в МФР радиотелескопа РАТАН-600.

Традиционный гофрированный рупор с линейным профайлом часто используется в радиоастрономии и достаточно эффективен, но ребра рупора прибавляются к внешнему профилю рупора и, для применения в составе МФР, снижают возможность упаковывать антенны близко друг к другу. ГСРП избавлен от этого недостатка и по своим характеристикам не уступает гофрированному рупору [1]. Делая профайл рупора извивающимся или «змеевидным» мы можем оптимизировать диаграмму направленности и размер рупора.

Исходя из оптической схемы радиотелескопа РАТАН-600 и геометрии МФР мы можем сформулировать следующие требования к рупору: полоса частот 30-38ГГц, ширина диаграммы направленности на уровне -10dB должна быть близка к 80° , уровень боковых лепестков должен быть меньше -25dB, уровень кросс-поляризации меньше чем -20dB и стабильность фазового центра должна быть в пределах ± 2 мм. Главное требование заключается в том, чтобы максимальный диаметр антенны должен быть меньше $1.6\lambda_0$.

ГСРП был оптимизирован, изготовлен и были измерены его характеристики. Для вычисления диаграммы направленности и S-параметров был использован метод согласования мод. Минимизация целевой функции была выполнена квази-ньютоном методом, где переменные были аппроксимированы конечной разностью. В ходе оптимизации все требования к рупору, описанные выше, были полностью удовлетворены.

В ходе экспериментально исследования ГСРП были измерены следующие параметры: коэффициент обратных потерь (S_{11}), и диаграмма направленности рупора в Е/Н/ 45° -плоскостях на частоте 38ГГц. Результаты сравнения расчетной и экспериментальной ширины диаграммы направленности представлены в Таблице 1 и демонстрируют хорошее согласование между теоретическими и экспериментальными данными.

Уровень	Расчет			Эксперимент		
	E-plane	H-plane	45° -plane	E-plane	H-plane	45° -plane
-3dB	35.8°	42°	38.6°	37°	40°	38°
-10dB	62.8°	77.2°	68.8°	59°	76°	70°
-20dB	82.5°	111.6°	94.8°	79°	114°	96°

Таблица 1. Ширина диаграммы направленности на уровнях -3/-10/-20dB.

Характеристики ГСРП как системы питания радиотелескопа РАТАН-600 были изменены в июне 2008. Были получены кривые прохождения солнца и тонкая структура солнца, т.н. радиогрануляция. Эти и последующие наблюдения солнца характеризуют антенную эффективность рупора и отсутствие прямых потерь и потерь на отражение, а также, стабильность фазового центра в полосе частот.

ТРЕХОСЕВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Н. Е. Гороховцев, С. В. Кузнецов

*Севастопольский национальный технический университет
99053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
e-mail: nik_kik88@mail.ru*

Немаловажным фактором, влияющим на электромагнитную совместимость радиоэлектронной аппаратуры, а также при проведении высокоточных измерений является магнитное поле, создаваемое различными источниками (силовыми кабелями, электромоторами и т. д.) и естественное магнитное поле Земли. Одним из возможных методов учета магнитного поля является измерение его по трем осям X, Y и Z. В докладе будет рассмотрена возможность построения требуемого измерителя на основе магниторезистивных датчиков фирмы Honeywell и принцип его действия.

В основе принципа действия датчиков лежит анизотропный магниторезистивный эффект (АМР), который заключается в способности длинной пермаллоевой (NiFe) пленки изменять свое сопротивление в зависимости от взаимной ориентации протекающего через нее тока и направления ее вектора намагниченности.

Для построения требуемого трехосевого измерителя необходимо объединение двух датчиков: двухосевого НМС1022 и одноосевого НМС1021. Одноосевой датчик необходимо расположить в плоскости, перпендикулярной расположению двухосевого датчика.

Для передачи данных на ЭВМ с целью дальнейшей их обработки целесообразно использовать CAN-интерфейс, который обладает следующими важными преимуществами: возможность работы в режиме жесткого реального времени; высокая устойчивость к помехам; широкий диапазон скоростей работы.

Также немаловажным достоинством данного протокола является возможность легкого подключения дополнительных датчиков к CAN-сети с целью измерения магнитного поля в разных точках пространства на удалении до 500 м, например, в разных помещениях.

Структурная схема измерителя представлена на рисунке 1.

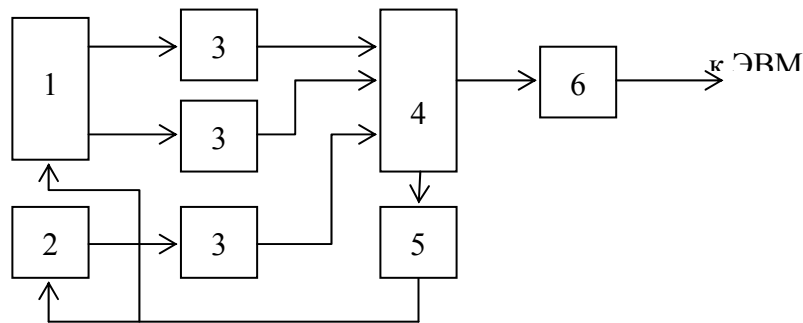


Рис. 1 — Структурная схема измерителя

- 1 — Двухосевой магниторезистивный датчик
- 2 — Одноосевой магниторезистивный датчик
- 3 — Операционные усилители
- 4 — Микроконтроллер
- 5 — Схема сброса-установки
- 6 — Драйвер CAN-интерфейса

Таким образом, представляется возможность создания недорого высокоточного прибора для измерения магнитного поля. Также данный прибор может найти применение в других областях, например, в качестве датчика курса по магнитному полю Земли.

ДИФРАКЦИЯ ВОЛНЫ H_{10} В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ С УЗКИМИ ИМПЕДАНСНЫМИ СТЕНКАМИ, ЧАСТИЧНО ЗАПОЛНЕННОГО ДИЭЛЕКТРИКОМ

С.В. Куцак, В.П. Бондарев

*Запорожский национальный технический университет
69063, г. Запорожье, ул. Жуковского, 64
e-mail: kuzak@ukr.net*

Сочленение волноводов с различным диэлектрическим наполнением является элементом ряда волновых устройств. Представляет интерес случай, когда сочленяются регулярный и частично заполненный диэлектриком нерегулярный волновод, узкие стенки которого являются импедансными, например, образованы вторичными боковыми волноводами. Причем, в общем случае, импеданс является комплексным, что позволяет учитывать потери в стенках.

Волна H_{10} является основным типом волн, которые могут распространяться в областях по обе стороны от сочленения. Рассматриваемая дифракционная задача состоит в определении физических характеристик системы при падении на сочленение волны H_{10} со стороны регулярного волновода, полагаемого одномодовым.

В настоящей работе методом шивания [1] получено решение для задачи дифракции основной волны H_{10} на стыке регулярного и нерегулярного волновода, частично заполненного диэлектриком.

В настоящее время различные варианты проекционных методов успешно применяются для решения самых разнообразных волноводных задач. Предложенный вариант проекционного метода является аналогичным тому, который развит в работе [2], поскольку и в данном случае в качестве базисных функций, в отличие от других вариантов метода, используются собственные функции регулярного и нерегулярного волноводов, которые сшиваются на стыке этих волноводов. Благодаря этому, задача сведена к решению бесконечной системы линейных алгебраических уравнений второго рода, имеющую несомненное преимущество, перед системами первого рода.

В результате численного решения получены значения поперечных чисел и постоянных распространения нерегулярного волновода, частично заполненного диэлектриком, которые при комплексном импедансе являются также комплексными. Численные результаты показали, что в данной структуре могут распространяться как объемные так и поверхностные диэлектрические волны.

Решение системы алгебраических уравнений позволило вычислить коэффициенты отражения и прохождения, и установить их особенности при изменении величины и реактивности импеданса стенок, а также параметров диэлектрической пластины (диэлектрической проницаемости и коэффициента заполнения). Вычисленные коэффициенты отражения и прохождения дали возможность определить важную дифракционную (энергетическую) характеристику волновода – коэффициент трансформации волны H_{10} в волну квази H_{m0} .

- [1] Богданов Ф.Г., Кеванишвили Г.Ш. Дифракция волны H_{10} на диэлектрической ступеньке // Изв. вузов. Радиофизика. - 1980. - 23, № 2. - С.213-218.
[2] Богданов Ф.Г. Дифракция волны H_{10} на симметричных диэлектрических стержнях конечной длины // Изв. вузов. Радиофизика. - 1983. - 26, № 2. - С.246-250.

НЕЛІНІЙНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА У МЕТОДІ СКОРОЧЕНОГО ОПИСУ

А.А. Ступка

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
49010, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72
e-mail: antonstupka@mail.ru

Метод скороченого опису Боголюбова-Пелетмінського широко застосовується при побудові часових рівнянь для параметрів опису макроскопічних систем [1]. Зокрема, при побудові рівнянь нелінійної електродинаміки з урахуванням флуктуацій поля [2]. У цій праці застосовано метод скороченого опису нерівноважних станів для розгляду електромагнітного поля (ЕМП) у нерелятивістському термостаті із заряджених частинок кількох сортів. У якості параметрів опису ЕМП обрано $\vec{E}(\vec{x}, t)$ напруженість електричного поля та $\vec{A}(\vec{x}, t)$ векторний потенціал у калібруванні Гамільтона, які задовольняють умову Пелетмінського-Яценка [1], тобто мають осцилюючу залежність від часу. Головна ідея праці полягає у виокремленні гармонійних коливань із характерною для обраного процесу частотою ω_k як основної характеристики часової еволюції ЕМП. Для цього при побудові теорії збурень обрано наступний основний гамільтоніан ЕМП [3]: $H_0 = \frac{1}{8\pi} \int d\vec{x} (\vec{E}^2(\vec{x}) + \frac{1}{c^2} \int d\vec{x}' \omega^2(\vec{x} - \vec{x}') \vec{A}(\vec{x}) \vec{A}(\vec{x}'))$. Відповідний гамільтоніан взаємодії ЕМП з термостатом $H_{\text{int}} = -\frac{1}{c} \int d\vec{x} \vec{j}(\vec{x}) \vec{A}^2(\vec{x}) + \frac{1}{8\pi} \int d\vec{x} (\text{rot} \vec{A}^2(\vec{x}) + \frac{1}{c^2} \Omega^2(\vec{x}) \vec{A}^2(\vec{x}) - \frac{1}{c^2} \int d\vec{x}' \omega^2(\vec{x} - \vec{x}') \vec{A}(\vec{x}) \vec{A}(\vec{x}'))$ вважається малим. Тут $\vec{j}(\vec{x})$ є струм вільних зарядів, $\Omega^2(\vec{x}) = \sum \frac{4\pi e^2 n(\vec{x})}{m}$ є плазмова частота (сума по сортах зарядів). У представленні взаємодії векторний потенціал такий: $\vec{A}(\vec{k}, \tau) = \cos(\omega_k \tau) \vec{A}(\vec{k}) - c \sin(\omega_k \tau) \vec{E}(\vec{k}) / \omega_k$. Урахуванням нелінійності в електродинаміці вважається використання у струмі наступних за другим наближень, що дасть вищі степені напруженості та потенціала ЕМП. Але припускається відсутність нерівноважних кореляцій серед параметрів опису ЕМП. Лише у цьому випадку можна позбавитись від залежності струму від магнітного поля (чи векторного потенціала) через рівняння зв'язку, що призведе до виразу потенціала у представленні взаємодії лише через напруженість. Таким чином, використовуючи вираз для третього наближення та наступні наближення, ми можемо виразити через кореляції електричних струмів феноменологічні коефіцієнти діелектричної проникності та сприйнятливості середовища. Згідно з умовою Пелетмінського-Яценка шукаємо розв'язок у вигляді плоскої монохроматичної хвилі, що після перетворень Фур'є дає $\vec{E}(\vec{k}, \omega) = \vec{E}(\vec{k}) \frac{1}{2} (\delta(\omega - \omega_k) + \delta(\omega + \omega_k))$. Знайдено кінетичні коефіцієнти пропорційності при параметрах опису ЕМП у струмі. З точністю до другого порядку електричний струм лінійний по ЕМП. Уперше методом Боголюбова-Пелетмінського знайдено дисперсійні рівняння не лише для коротких поперечних хвиль, а й для довгохвильового та низькочастотного, як повздовжнього, так і поперечного ЕМП. Проникності, що виражені через функції Гріна, збігаються з отриманими іншими методами. Для нерелятивістської границі гамільтоніан взаємодії можна переписати через оператори напруженості поля [2], що дає абсолютно ідентичний феноменологічному вигляд рівнянь нелінійної електродинаміки.

- [1] Ахузєр А.И., Пелетминский С.В. Методы статистической физики. М.: Наука, 1977. 368 с.
[2] Sokolovsky A.I., Stupka A.A. Classical fluctuation electrodynamics // Condensed Matter Physics. - 2005. - 8, N. 4(44), - P. 685-700.
[3] Sokolovsky A., Stupka A. Field oscillators in linear electromagnetic theory of plasma // International Conf. MMET'12 Proc. Odessa. - 2008. - P. 262-264.

РАЗВИТИЕ ТЕРМОФОТОВОЛЬТАИКИ КАК ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Э.С. Аппазов

Херсонский национальный технический университет
e-mail: eappazov@yandex.ru

Термофотовольтаическая (ТФВ) генерация электрической энергии происходит за счет преобразования инфракрасного (ИК) излучения нагретых тел с помощью полупроводниковых преобразователей.

Огромный рынок для термофотовольтаики может составить использование тепла, которое выделяется в высокотемпературных технологических процессах. Много областей – производство стекла, алюминия, керамических изделий, напрасно теряют огромное количество тепла в виде выбросов в атмосферу. Разработка систем утилизации данного тепла может открыть новые возможности коммерческого использования термофотовольтаики.

В реальных условиях работы термофотовольтаические преобразователи располагаются в непосредственной близости от источников излучения, имеющих высокую температуру, что может привести к повышению температуры преобразователей. С учетом этого, выполнен анализ влияния температуры эксплуатации на выходные характеристики ТФВ – преобразователей с использованием реальных спектральных характеристик известных фильтров ИК – излучения, определено влияние температуры эксплуатации на основные электрофизические свойства преобразователей. Для получения количественных оценок проанализировано влияние увеличения температуры подложки на все составляющие алгоритма расчета к.п.д. на примере InN и GaSb. Полученные результаты показывают более слабую зависимость к.п.д. от температуры преобразователя для InN по сравнению с GaSb. Показана возможность использования InN при повышенных температурах эксплуатации, а также его преимущество перед ТФВ – преобразователями на основе антимонида галлия.

Очевидно, что для коммерческого использования заведомо более низкая выходная мощность ТФВ – элементов, предназначенных для утилизации ИК – излучений высокотемпературных процессов, должна компенсироваться снижением стоимости ТФВ – элемента. Для создания ТФВ – систем, преобразующих тепловое излучение высокотемпературных технологических процессов, целесообразно применение как простых технологий, так и относительно недорогих полупроводниковых материалов [1].

Наиболее приемлемой, на наш взгляд, представляется конструкция отдельно изготовленных структур, оптимизированных по спектральной чувствительности и соединенных между собой в тандем. Несомненным преимуществом при этом является возможность широкого выбора материалов для каждого элемента. Отпадает необходимость согласования свойств материалов между собой, поскольку каждый элемент может быть изготовлен отдельно, после чего конструкция скрепляется механически. Однако существуют некоторые трудности в реализации таких схем. Одна из них – увеличение омических и оптических потерь. Снижение потерь может быть достигнуто просветлением тыльной поверхности верхнего элемента и лицевой поверхности нижнего элемента, а также соединение этих элементов через оптическую среду с большим показателем преломления. В данном направлении проведен ряд расчетов для определения эффективности таких систем, а также выбора материалов, пригодных для эксплуатации в указанных условиях.

[1] Шутов С.В., Аппазов Э.С. О возможности использования инфракрасного излучения высокотемпературных технологических процессов. // Экотехнологии и ресурсосбережение. Киев. 2003. №2, С. 75 – 77.

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

III Young Researcher Career Development Workshop

SPIE Polish-Ukrainian Workshop on «Photonics and Metamaterials

РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

МЕТАМАТЕРІАЛИ

МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

ОПТИКА ТА ФОТОНІКА

ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

БІОФІЗИКА

ПРИРОДА РАЗЛИЧНОГО ВЛИЯНИЯ ИОНОВ Mg^{2+} И Ni^{2+} НА ПЕРЕХОД $AU \rightarrow A_2U$ ($2 \rightarrow 3$), НАБЛЮДАЕМЫЙ НА ФАЗОВЫХ ДИАГРАММАХ КОМПЛЕКСОВ ЭТИХ ИОНОВ С ПОЛИА·ПОЛИУ.

Е. Л. Усенко, В. А. Сорокин, В.А.Валеев

*Физико-технический институт низких температур им. Б. И. Веркина НАН Украины
61103, г. Харьков, пр. Ленина, 47
e-mail: usenko@ilt.kharkov.ua*

В настоящее время установлено, что двух- и трёхнитевые олиго- и полинуклеотиды обладают биологической функциональностью [1], делающей актуальным изучение их комплексов с ионами металлов, загрязнение окружающей среды которыми может, в принципе, приводить (при неблагоприятных условиях) к нарушению нормального функционирования биологических макромолекул [2].

Ранее, при исследовании фазовых диаграмм комплексов ионов Mg^{2+} и Ni^{2+} с полиА·полиУ было обнаружено качественно различное влияние этих ионов на температуру перехода $2 \rightarrow 3$: ионы Mg^{2+} понижают её, тогда как ионы Ni^{2+} – повышают [3,4].

Термодинамический анализ этого перехода, выполненный в рамках теории равновесного связывания [3], показал, что расширение области существования AU в присутствии больших концентраций Ni^{2+} обусловлено тем, что различие между константами связывания этих ионов с AU и полиА больше, чем различие между константами ассоциации этих ионов с A_2U и AU. Соответственно противоположные соотношения в различии констант связывания ионов Mg^{2+} с этими полинуклеотидами приводят к расширению области стабильного существования трёхнитевой A_2U . Оценены эффективные константы связывания ионов Ni^{2+} с AU и A_2U , а также энтальпии перехода $2 \rightarrow 3$ и перехода $A_2U \rightarrow AU$ ($3 \rightarrow 2$).

- [1] *Field A.K.* Oligonucleotides as inhibitors of human immuno deficiency virus// *Curr. Opin. Mol. Ther.*- 1999.-1. - P. 323-331.
- [2] *Hartwig A.* Recent advances in metal carcinogenicity// *Pure Appl. Chem.*-2000.- 72, N.6.- P.1007-1014.
- [3] *Sorokin V.A., Valeev V.A., Gladchenko G.O., Degtyar M.V., Karachevtsev V.A., Blagoi Yu.P.* Mg^{2+} ion effect on the conformational equilibrium of polyU·polyA·polyU and polyA·polyU in aqueous solutions// *Int.J.Biol.Macromol.* - 2003.-31.- P. 223-233.
- [4] *Сорокин В.А., Валеев В.А., Усенко Е.Л.* Влияние ионов Ni^{2+} на конформационное равновесие полинуклеотидов: полиА·полиУ, полиА и полиУ в условиях, близких к физиологическим// *Биополимеры и клетка.*-2008.-24.-С.158-170.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОСИ ДВОЙНОЙ СПИРАЛИ ДНК В ВИДЕ ЛОМАННОЙ С МИНИМАЛЬНЫМ ЧИСЛОМ ОТРЕЗКОВ

Е.В. Мирошниченко

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: kateryna_mirosh@ire.kharkov.ua

Известно, что форма ДНК играет важную роль в процессах молекулярного узнавания. Взаимодействие биологически активных соединений и белков с ДНК с образованием комплексов по типу интеркаляции или связывания в желобках ДНК часто сопровождается изгибом оси двойной спирали. В литературе различают плавный изгиб и резкий изгиб ДНК или кинк. Под кинком понимают нарушение стэкинга оснований в шаге спирали ДНК. Обычно это понятие используют для характеристики изгиба оси двойной спирали. Однако, изгиб за счет нарушения стэкинга в одном шаге спирали может быть скомпенсирован в соседних шагах, в результате чего глобальная ось спирали будет практически прямолинейной. В то же время, для понимания механизма процессов узнавания важно знать число и месторасположение изгибов оси спирали ДНК.

В данной работе рассмотрена проблема представления глобальной оси двойной спирали В-формы ДНК в виде ломаной линии с минимальным числом отрезков. Внутренние точки этой ломаной линии характеризуют изгибы ДНК. Решение задачи состояло из двух этапов: на первом этапе определялись точки глобальной оси спирали ДНК, а на втором этапе проводилась аппроксимация этих точек ломаной с минимальным числом отрезков. Были использованы следующие методы построения точек глобальной оси: по центроидам пар оснований, по средним нормальям к плоскостям пар оснований шага спирали ДНК, по $C1'-C1'$ и $N1(Y)-N9(R)$ векторам, по началам координат систем отсчета, привязанных к парам оснований. Для аппроксимации полученных точек были предложены следующие алгоритмы: метод, основанный на коэффициентах корреляции, метод максимального угла между векторами ломаной и метод наименьшего среднего расстояния. Проведен сравнительный анализ этих методов. В качестве наиболее эффективного алгоритма был выбран метод наименьшего среднего расстояния. Приведены примеры применения данного метода для ряда тестовых задач.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОФЛАВИНА С МАТРИЦАМИ РАЗЛИЧНОГО НУКЛЕОТИДНОГО СОСТАВА

А.С. Хребтова

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: khrebtova_ann@mail.ru*

Известно, что тип связывания лигандов с полинуклеотидными матрицами зависит от их состава. Несмотря на многочисленные исследования взаимодействия профлавина с ДНК, вопрос о селективности связывания остается открытым. В данной работе методами абсорбционной и люминесцентной спектроскопии исследовано взаимодействие профлавина с ДНК из тимуса теленка и модельными полинуклеотидами в широком интервале соотношений концентраций матрицы и лиганда (P/D).

Расчет констант связывания профлавина с полинуклеотидами по данным спектрофотометрии проводился с использованием программы оптимизации, которая позволяет получить параметры связывания лигандов с полиэлектролитными матрицами. Для каждой системы получены величины констант и мест связывания, а также зависимости относительных концентраций образующихся в системе комплексов от концентрации ДНК. Показано, что нуклеотидный состав матрицы влияет на параметры взаимодействия.

Методом люминесцентной спектроскопии также показано, что характер связывания лиганда зависит от нуклеотидного состава матрицы. Связывание с polyG·polyC приводит к значительному тушению люминесценции профлавина, в то время как взаимодействие с polyA·polyU приводит к росту ее интенсивности. Для природной ДНК зависимость квантового выхода от P/D носит немонотонный характер.

Предпринята попытка разделить вклады от комплексов с разными типами оснований в общий эффект наблюдаемый на ДНК.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ИОНОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМАХ ЛИГАНД-ДНК

Минакова Е.А., Круглова Е.Б.

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: evgenia_minakova@mail.ru*

Исследования комплексообразования многих лекарственных веществ (лигандов) с ДНК в основном проводятся с учетом образования только одного типа комплексов между молекулой ДНК и лигандом. Тем не менее, в целом ряде последних публикаций было показано, что интеркалирующий лиганд может связываться с матрицей ДНК образуя разные по термодинамическим и спектральным характеристикам типы комплексов. Несомненно, одновременное присутствие в смесях лиганд-ДНК сразу нескольких типов комплексов усложняет определение параметров их связывания. Кроме того, присутствие в растворах ДНК-лиганд разного количества моновалентных ионов щелочных металлов, которые могут выступать в качестве конкурентов за места связывания основного компонента с ДНК, может влиять на относительную концентрацию образующихся комплексов и существенно усложнять нахождение их спектральных и термодинамических характеристик. В таком случае мы можем рассматривать моновалентный ион как конкурирующий лиганд, используя модели, позволяющие описывать наблюдаемые процессы комплексообразования и проводить точный расчет равновесного состава в трехкомпонентных системах моновалентный ион - основной лиганд - ДНК.

Метод спектрофотометрического титрования в видимой области мы использовали для исследования процессов комплексообразования в системах ДНК-актиноциновое производное (АсШ*), аналога известного противоопухолевого препарата актиномина Д в присутствии разных концентраций ионов K^+ , Na^+ и аммония NH_4^+ . Измерения проводились в широкой области длин волн и концентраций полинуклеотидов. В отличие от обычно используемых при таком анализе методов (построение графиков Скэтчарда и других простых методов), мы использовали в программах оптимизации весь набор получаемых спектральных данных и определяли параметры связывания с учетом образования нескольких типов комплексов.

Используя модель конкурентного связывания, мы получили константы связывания разных типов моновалентных ионов с нативной и денатурированной ДНК. Кроме того в процессе оптимизации были определены термодинамические и спектральные параметры связывания актиноцинового производного с нативной и денатурированной ДНК и характер влияния разных типов моновалентных ионов на количество образующихся комплексов. В рассмотренных моделях влияние моновалентных ионов щелочных металлов (как конкурентов) учитывалось для обоих типов комплексов окрашенного маркера - актиноцинового производного, как для внешнего так и для интеркаляционного типов связывания.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПРЯМЫХ МЕХАНИЗМОВ БЕЛКОВО-НУКЛЕИНОВОГО УЗНАВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗЫ ДАННЫХ PROTNA-ASA

М.Ю. Ткаченко¹, Е.П. Борискина¹, М.Е. Толосторуков², А.В. Шестопалова¹

¹Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12

²Harvard-Partners Center for Genetics and Genomics, Boston, MA 02115, USA
e-mail: allusio@gmail.com

Исследование особенностей конформации сахаро-фосфатного остова белково-нуклеиновых комплексов важно для расшифровки механизмов непрямого узнавания белками последовательности ДНК. К настоящему времени структурные параметры белково-нуклеиновых комплексов накоплены в нескольких Интернет базах данных. К сожалению, ни одна из них не содержит достаточной информации для изучения зависимости конформации сахаро-фосфатного остова и способности ДНК вступать во взаимодействия. В представляемой работе мы провели анализ сиквенс специфичности зависимости площади доступной поверхности (ПДП) атомов НК от конформации сахаро-фосфатного остова для набора белково-нуклеиновых комплексов и создали Интернет базу данных ProtNA-ASA, в которую внесли все вычисленные структурные параметры.

База данных ProtNA-ASA, свободно доступная в Интернете, www.protna.bio-page.org, содержит систематизированную информацию о конформационных параметрах сахаро-фосфатного остова и ПДП атомов нуклеиновых кислот для ~300 негомологичных комплексов ДНК/РНК - белок. В ProtNA-ASA представлены файлы, содержащие: (1) координаты атомов белково-нуклеиновых комплексов с разделением на структуры белков, ДНК/РНК и кристаллизационной воды; (2) структурные параметры ДНК/РНК, полученные с помощью программного пакета 3DNA/CompDNA [1, 2]; (3) общие ПДП атомов ДНК/РНК; (4) значения ПДП атомов, экспонированных в малый и большой желоб. ПДП вычислены с использованием оригинальной программы, основанной на алгоритме Higo and Go [1, 3]. Рентгеноструктурные координаты атомов белково-нуклеиновых комплексов с разрешением менее 2,6 Å, использованные в работе, отобраны из Protein Data Bank и Nucleic Acid Database.

Собранная в базе информация позволила провести сравнительный анализ структуры сахаро-фосфатного остова свободной ДНК и ДНК в комплексе с белками. Получено, что частота встречаемости альтернативных *gauche*- и *trans* конформаций торсионного угла γ в ДНК, взаимодействующей с белком, увеличивается в ~5 раз по сравнению со свободной В-ДНК, что, вероятно, связано с тем, что альтернативные конформации сахаров являются предпочтительными для формирования белково-нуклеиновых контактов. Анализ сиквенс-специфичности таких переходов показал, что наибольшую фракцию нуклеотидов, находящихся в *gauche*- конформации, составляют тимины; в *trans* конформации увеличена фракция цитозина. Для оценки роли конформации торсионного угла γ для белково-нуклеиновых взаимодействий была проанализирована зависимость значений ПДП полярных О3' и О5' и неполярных С5' атомов ДНК, важных для белково-нуклеиновых взаимодействий, и конформации угла γ . Получено, что для альтернативных конформаций ПДП полярных атомов в малом желобе увеличивается, а неполярных атомов - уменьшается. Эти изменения имеют большое биологическое значение, т.к. большинство белок-нуклеиновых контактов в малом желобке происходят через полярные группы сахаров, тогда как в большем желобке реализуется, как правило, механизм прямого узнавания.

Полученные данные указывают на важную роль изменений конформации сахаро-фосфатного остова ДНК в белково-нуклеиновых взаимодействиях и расширяют представления о молекулярных механизмах непрямого узнавания.

[6] Tolstorukov M. Y., Jernigan R. L., Zhurkin V. B. // J. Mol. Biol. – 2004. – 337. – P. 65–76.

[7] Lu X. J., Olson W. K. // Nucleic Acids Res. – 2003. – 31, N. 17. – P. 5108–5121.

[8] Higo, J.; Go, N. // J. Comput. Chem. – 1989. – 10. – P. 376–379.

ИОНИЗАЦИЯ МОЛЕКУЛЫ ГУАНИНА

А.Н. Завилопуло¹, О.Б. Шпеник¹, А.С. Агафонова¹

¹Институт электронной физики НАН Украины
88017, г. Ужгород, ул. Университетская, 21
E-mail: an@zvl.iep.uzhgorod.ua

Данная работа посвящена исследованию особенностей процесса фрагментации молекул гуанина под воздействием электронного удара, сопровождающегося образованием ионизированных продуктов реакции. Гуанин – один из пяти оснований нуклеиновых кислот, производная пурина. Актуальность исследования электронных свойств этого вещества играет важную роль для биохимии, биофизики, медицины и нанобиотехнологий. В процессе работы масс-спектрометрическим методом были определены энергии появления некоторых фрагментарных ионов. Получены температурные зависимости молекулы гуанина в диапазоне 323-478 К. Исследования проводились на экспериментальной установке с использованием монополюсного масс-спектрометра MX7304A с улучшенным источником ионов подробно описана в работе [1],[2]. Для идентификации фрагментов молекулы гуанина особое внимание уделялось калибровке шкалы масс по известным массам инертных газов Ar, Kr и Xe, а для определения потенциалов появления различных групп ионов-фрагментов использовалась специальная методика обработки порогового участка сечения методом полиномиальной подгонки [3]. По пороговым зависимостям определялись потенциалы появления фрагментов. По температурным зависимостям удалось проследить эволюцию образования фрагментов и проследить влияние температуры на диссоциативную ионизацию.

Даная работа выполнена при финансовой поддержке фонда CRDF, грант № UKC-2832-UZ-06.

1. A.N.Zavilopulo, O.B.Shpenik, V.A Surkov // Anal.Chim.Acta 573-74,(2006),427-431.
2. А.С.Агафонова, В.А.Сурков // Джерело іонів для монополюсного мас-спектрометра // Наук. вісник ужгор. університету, м.Ужгород. 2007. С 63-70
3. T.Fiegele, at.a J.Phys.B // Atom. Mol. Opt. Phys. 33, P4263-4269,(2000).

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ АДСОРБЦИИ ЛЕНГМЮРА, СИПСА И ХИЛЛА

Ульянов Н.В.¹, Нечипуренко Ю.Д.^{1,2}

¹*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Физический факультет, Россия, 119899, Москва, Воробьевы Горы*

²*Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, Россия, 119991 Москва, ул. Вавилова, 32
e-mail: nopileo@gmail.com*

В последнее время в связи с появлением больших баз данных по анализу связывания нуклеиновых кислот на биочипах внимание многих исследователей привлечено к теории адсорбции. Предпринимаются попытки построить теорию, наиболее точно описывающую данные экспериментов по связыванию лигандов на чипах. Важной характеристикой адсорбции является энергия связывания лиганда с центром связывания ΔE . Простейшей моделью адсорбции является модель Ленгмюра. Связывание лиганда со всеми центрами характеризуется одинаковой энергией. Функция распределения энергии в такой модели представляет собой дельта-функцию. Модель Сипса описывает связывание в случае гетерогенной адсорбции, когда энергии связывания лиганда с разными центрами подчинены распределению, близкому к нормальному [1]. Модель адсорбции Хилла описывает связывание n -мерного лиганда с гомогенными реакционными центрами [2]. При $n=1$ данная модель описывает связывание мономера, то есть реализуется простейший случай, описанный Ленгмюром. Наиболее общей моделью адсорбции является модель, в основе которой лежит обобщенное уравнение Ленгмюра [3]. Однако до последнего времени не существовало работ, в которых все описанные модели рассматривались бы с единой точки зрения.

[1] Sips R. On the Structure of a Catalyst Surface // The Journal of Chemical Physics, 490-495 (1948)

[2] Hill A.V. The possible effects of the aggregation of the molecules of the hemoglobin on the dissociation curves // J. Physiol. (London), V. 40. P. 4-7 (1910)

[3] Marczewski A.W. and Jaroniec M. A. New Isotherm Equation for Single-Solute Adsorption from Dilute Solutions on Energetically Heterogeneous Solids // Mh. Chem., 114, 711-715 (1983).

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕТЕРОАССОЦИИ ДИМЕТИЛКСАНТИНОВ С АРОМАТИЧЕСКИМИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Д.Д. Андреюк¹, А.А. Эрнандес Сантьяго², М.П. Евстигнеев¹

¹ *Севастопольский национальный технический университет, ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 99053; e-mail: andreuyuk_d@mail.ru*

² *Департамент физики и математики, химический факультет Автономного университета г. Пуэбла, Мексика*

Метилксантины являются одними из наиболее широко потребляемых человеком соединений, присутствующих в пище и напитках. Считается, что метилксантины могут образовывать нековалентные комплексы с лекарственными препаратами ароматической группы, что приводит к изменению их медико-биологического действия.

С целью установления общих закономерностей взаимодействия метилксантинов с ароматическими биологически активными соединениями (БАС), в настоящей работе было проведено исследование гетероассоциации ряда диметилксантинов: теofilлина (ТНР), теобромина (ТНВ) и параксантина (РАРА) с дауномицином (DAU), бромистым этидием (ЕВ) и профлавином (PF) в водном растворе методом ЯМР-спектроскопии. На основании концентрационных и температурных зависимостей протонных химических сдвигов получены параметры реакций гетероассоциации: равновесная константа, энтальпия и энтропия.

Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что разброс констант гетероассоциации рассматриваемых диметилксантинов с БАС оказывается сравнительно небольшим. Тем не менее, наблюдается несильная специфичность PF и ЕВ к ТНВ, и DAU к ТНР, что следует из сравнения расчетных констант гетероассоциации. Также из анализа равновесных констант следует преимущественное сродство всех исследованных диметилксантинов к профлавиному, что можно объяснить отсутствием массивных боковых групп в структуре PF по сравнению с DAU и ЕВ.

Анализ термодинамических параметров взаимодействия свидетельствует о выраженном эффекте энтальпийно-энтропийной компенсации в энергетике гетероассоциации. При этом наличие заряда на хромофоре БАС, а также, наличие, либо отсутствие, метильной группы в положении 1 ксантинового хромофора, по-видимому, дает несущественный вклад в общую энергию комплексообразования.

ДНК КАК ЕСТЕСТВЕННЫЙ СЕЛЕКТОР ПОЛЯРИЗАЦИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.П. Балмаков, И.В. Семченко

*Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104, Беларусь
e-mail: balmakov@ Rambler.ru*

С позиций классической электромагнитной теории [1] рассчитана оптимальная форма длинной спиральной молекулы для наиболее эффективного взаимодействия с циркулярно поляризованной волной при условии резонанса. Используются три различных метода классической электродинамики: теория дипольного излучения электромагнитных волн [2], энергетический подход, а также спиральная модель молекул кирального вещества. Во всех трех случаях получен одинаковый результат для оптимальной геометрической формы длинной спиралевидной молекулы. Угол подъема спиральной цепочки атомов относительно плоскости, перпендикулярной оси спирали, должен быть равен 24.5 градуса. Это условие накладывает ограничения на радиус и одновременно на шаг спиральной молекулы. Известно, однако, что угол подъема цепочки ДНК составляет 24 – 29 градусов (в зависимости от экспериментальных данных) [3, 4].

Из расчетов теории также следует, что взаимодействие циркулярно поляризованной волны со спиральной ДНК-подобной молекулой значительно сильнее, если молекула имеет вид двойной спирали и слабее для идентичной одинарной спиральной цепочки. Кроме того, из наших расчетов следует, что полученные результаты верны для любых молекулярных токов в ДНК, в том числе и для тока смещения, который, вероятнее всего, имеет место в молекуле ДНК. Более того, из теоретических расчетов следует, что свойство поляризационной селективности ДНК не зависит от ее концентрации в растворе. Это существенно для ДНК, ведь помимо влияния поля падающей электромагнитной волны, молекулы оказывают друг на друга электромагнитное воздействие, зависящее от концентрации молекул.

Экспериментальные исследования, проведенные нами на прототипах ДНК-подобных молекул в СВЧ диапазоне длин волн, подтвердили выводы относительно зависимости поляризационной селективности ДНК от ее формы. Экспериментально подтверждено наличие эффекта поляризационной селективности при взаимодействии двойных спиралей правой намотки с электромагнитным излучением лево-циркулярной поляризации. Это позволяет нам сделать следующий вывод: обладая оптимальной геометрической формой, молекула ДНК не подвержена воздействию правой циркулярно поляризованной электромагнитной волны в «мягком» рентгеновском диапазоне $\lambda \approx 7-8$ нм. Такая волна, для которой правосторонняя молекула ДНК является «прозрачной», должна распространяться перпендикулярно оси спирали и образовывать в пространстве правый винт. Соответственно волна, излучаемая правосторонней молекулой ДНК перпендикулярно оси спирали в диапазоне $\lambda \approx 7-8$ нм, имеет левую циркулярную поляризацию.

Эффект поляризационной селективности воздействия электромагнитного поля является одним из определяющих для спиральных объектов и напрямую связан с нарушением зеркальной симметрии в природных структурах и явлениях. Это может быть важно при генетическом сохранении различий между правовинтовыми и левовинтовыми формами объектов живой природы.

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1973.
2. Семченко И.В., Хахомов С.А., Балмаков А.П. // РЭ. 2007. Т. 52. № 9. С. 1078.
3. Watson J.D. and Crick F.H.C. // Nature, 1953. V. 171. P. 737.
4. <http://en.wikipedia.org>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

А.Ю. Бордюк, В.Ф. Коваленко,

*Херсонский национальный технический университет
73008, м. Херсон, Бериславское шоссе, 24
e-mail: zephyrus@ukr.net*

Исследовано влияние радиоволн мобильного телефона ($\nu = 900$ МГц, $\lambda = 33$ см,) на структурные характеристики воды. Размеры водных кластеров, их концентрацию, степень полидисперсности воды определяли из измерений угловой зависимости интенсивности лазерного излучения с $\lambda \approx 0,65$ мкм, $P_{\text{изл}} < 1$ мВт, рассеиваемого водой [1]. Индикатрисы рассеивания измеряли в угловом интервале $4^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ по отношению к падающему излучению. Облучение родниковой воды производили в течение различного времени в интервале $1 \text{ мин} \leq t_0 \leq 60 \text{ мин}$.

Установлено, что облучение приводит к нетривиальному изменению структурности воды. Характер этого изменения зависит от времени воздействия t_0 и параметров структурности воды. При наличии в исходных пробах воды только среднемасштабных ($0,4 \leq r \leq 0,9$ мкм) и мелкомасштабных ($r < 0,4$ мкм) кластеров их концентрация увеличивалась приблизительно на 55% и ~ 35-40% соответственно после воздействия в течении $t_0 \leq 10$ мин, о чём свидетельствует возрастание интегральной интенсивности рассеянного света. Важной особенностью изменения структурности этих проб воды, кроме увеличения концентрации кластеров с радиусами $r = 0,53; 0,40; 0,28; 0,24$ мкм было формирование при $t_0 = 10$ мин крупномасштабных кластеров с $r \approx 3,5 \div 5,3$ мкм. При увеличении времени облучения в интервале $t_0 > 10$ мин происходила стабилизация концентрации средне- и мелкомасштабных кластеров, а концентрация крупномасштабных центров уменьшалась и при $t_0 = 60$ мин последние не проявлялись.

Наличие в исходных пробах кроме средне- и мелкомасштабных кластеров (с $r \approx 0,73; 0,47; 0,35$ мкм) крупномасштабных кластеров с $r \geq 2$ мкм обуславливало формирование более крупномасштабных кластеров с $r_1 \approx 4,36$ мкм и $r_2 \approx 7,20$ мкм после облучения в интервале времени $1 \leq t_0 \leq 30$ мин и уменьшение суммарной концентрации кластеров, наиболее существенном (на ~ 40%) при $t_0 = 10$ мин. После облучения в течение $t_0 = 60$ мин имело место возрастание суммарной концентрации кластеров по сравнению с исходной на 40-60% и уменьшение размеров крупномасштабных кластеров до $r \approx 2,1 \div 2,9$ мкм.

Предполагаемый механизм воздействия радиоволн на воду сводится к процессам синхронизации колебаний как индивидуальных молекул воды, так и связанных в кластеры, что интенсифицирует процессы структуризации. Из данных следует, что существует оптимальная доза облучения, обеспечивающая максимальный эффект структуризации.

Формирование крупных кластеров и изменение их размеров при изменении t_0 может быть связано как с присоединением ненасыщенными водородными связями мелких и средних кластеров в результате уменьшения межкластерного расстояния при воздействии радиоволн, так и к частичному их разрушению, обусловленному силой диссипативных потерь.

Обсуждается возможное влияние на здоровье изменения структурности клеточной воды и биожидкостей организма при многократном воздействии на них излучения мобильного телефона.

[1] В.Ф. Коваленко, П.Г. Левченко, С.В. Шутков. Кластерная природа светорассеяния воды. – Биомедицинская радиоэлектроника, 2008, №5, с. 36-45

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ТКАНЯМИ НА ПРИМЕРЕ ПЛОСКОСЛОИСТОГО ДИЭЛЕКТРИКА

Жерёбкина О.Н., Казанский О.В.

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4
e-mail: o.n.gerebkina@mail.ru

Стремительное развитие импульсной техники в последнее время ставит перед исследователями задачу изучения процессов и механизмов взаимодействия электромагнитных сигналов с биологическими объектами, начиная от взаимодействия на уровне клетки до человеческого организма в целом. В данной работе рассмотрен процесс взаимодействия электромагнитных импульсов с биологическими тканями (кожей, жировой тканью, мышечной тканью) на примере плоскостойкого диэлектрика с учетом дисперсии и потерь. Моделирование основывается на решении задачи о рассеянии импульсного волнового пучка на полупространстве [1]. Дисперсию диэлектрической проницаемости и потери, связанные с мнимой частью диэлектрической проницаемости, учитываем с помощью формулы ослабления Дебая [2]. С помощью полученного решения рассчитываются пространственно-временные распределения отраженных и прошедших сигналов при различных углах падения, при произвольной форме и длительности падающего импульса, а также параметры отраженных и прошедших сигналов (длительность, крутизна, амплитуда) для каждой границы раздела. Рассчитано, что для сред с дисперсией и потерями прошедший сигнал имеет амплитуду на 2-4 порядка ниже, чем для сред без дисперсии и потерь [3]. Длительность прошедших импульсов уменьшается по сравнению с падающим сигналом, но учет дисперсии и потерь ведет к увеличению длительности на 12-16 % по сравнению с недиспергирующими недиссипативными средами.

Оценка доли мощности, прошедшей в различные виды биологических тканей, показывает, что при учете дисперсии и потерь уже от границы раздела отражается 99 % падающей мощности, а для сред без дисперсии и потерь она составляет около 95%. В жировую ткань проходит миллионная часть падающей мощности, а в мышечную – на 14 порядков меньше. Учет дисперсии и потерь снижает величину прошедшей мощности от 3 порядков в коже до 6 порядков в жировой и до 8 порядков в мышечной ткани. Таким образом, принимая во внимание результаты эксперимента [4], можно определить опасные уровни мощностей для каждой ткани.

- [1] *Пивненко С.Н.* Взаимодействие ограниченных в пространстве нестационарных полей с диэлектрическими и металлодиэлектрическими структурами / Дисс. ... канд. физ.-мат. наук 01.04.02 – Х.: Б. и., 1999. – 140 с.
- [2] *Ørjan G. Martinsen, Sverre Grimnes, Herman P. Schwan.* Interface phenomena and dielectric properties of biological tissues // Encyclopedia of Surface and Colloid Science, 2002.
- [3] *Жерёбкина О.Н.* Моделирование рассеяния электромагнитного импульсного пучка на слоистой биологической среде / Мат. 4-й Международной молодежной научно-технической конф. “Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций” (РТ-2008). – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2008. – С. 360.
- [4] *Shckorbatov Y.G., Kolchigin N.N., Grabina V.A., Pasiuga V.N, Kazansky O.V.* Cell effects of electromagnetic radiation // Third International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals Sevastopol, 2006.- p.103-105.

**МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
АМИНОКИСЛОТЫ ПРОЛИНА С КРИОПРОТЕКТОРАМИ
НА ОСНОВЕ ОКСИЭТИЛИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГЛИЦЕРИНА ПРИ
НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

В.Г. Зобнина^а, Е.Н. Животова^б, В.В. Чаговец^а, О.А. Боряк^а,

^а *Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины, пр.
Ленина 47, Харьков, 61103, Украина,
zobnina@ilt.kharkov.ua*

^б *Национальный фармацевтический университет,
ул. Пушкинская, 53, Харьков, 61002, Украина*

Поиск новых более эффективных криопротекторов является актуальной задачей в связи с развитием новых медицинских технологий, включающих клеточную терапию и трансплантологию. Исследование физико-химических процессов, происходящих в модельных системах с криопротекторами, содержащих в качестве простейших биомолекул мономерные компоненты белка – аминокислоты, представляет интерес для изучения молекулярных механизмов криоповреждения и криопротекции.

Целью данной работы явилось исследование раствора аминокислоты пролина в новом криопротекторном соединении на основе оксиэтилированных производных глицерина -- ОЭГ-5 (синтезированном в ИПКК НАН Украины) с помощью метода низкотемпературной масс-спектрометрии с бомбардировкой быстрыми атомами.

В режиме положительных ионов масс-спектры ОЭГ-5 содержат серии протонированных $M_n \cdot H^+$ и катионизированных олигомеров $M_n \cdot K^+$, $n=3-10$, (где n -степень полимеризации) [1]. В масс-спектре раствора пролина наряду с пиками растворителя зарегистрированы пик молекулярного иона пролина $Pro \cdot H^+$ и серия сольватных кластеров аминокислоты с ОЭГ-5 - $Pro \cdot M_n \cdot H^+$, $n=3-9$.

Установлены корреляции между характером изменений в виде масс-спектров при варьировании температуры и физическим состоянием системы, которые хорошо согласуются с данными дифференциальной сканирующей калориметрии [2]. При понижении температуры образца наблюдается постепенное падение интенсивностей всех ионных серий; при $T=-50^\circ C$ вязкость системы достигает значений, не позволяющих распылять из образца целые молекулы, что приводит к усилению фрагментации и регистрации шумового спектра. При отогреве замороженного образца наблюдается обратная тенденция, согласующаяся с появлением жидкой фазы.

Регистрация иона пролина во всём температурном диапазоне существования жидкой фазы наряду с наблюдением сольватных кластеров аминокислоты отражает положительную функцию криопротектора – предотвращение фазового разделения при замораживании раствора.

1. *Косевич М.В., Зобнина В.Г., Животова Е.Н. и др. Масс-спектрометрическое исследование криопротекторов на основе оксиэтилированных производных глицерина // Mass spectrometry (Россия) – 2009 (в печати).*
2. *Животова О.М., Физические состояния гидратированных систем на основе оксиэтилированных производных глицерина и ацетамида при температурах ниже 273 К. Автореферат. Харьков – 2008.*

ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НАСАДКИ (ВГФН) МАГНИТНОГО СЕПАРАТОРА

Горобец С.В., Горобец О.Ю., Было О.Н., Медведев А. В.

*Национальный Технический Университет Украины "КПИ",
0305, г. Кие, 37 проспект Победы
pitbm@ntu-kpi.kiev.ua*

В связи с резким ростом уровня загрязненности окружающей среды тяжелыми металлами на первый план выходит поиск новых методов очистки. Малые количества тяжелых металлов способны привести к серьезным нарушениям физиологии, особенно уязвима нервная и репродуктивная системы, чрезвычайно велика угроза заболеваний и мутаций. Развитие энергетики также приводит к резкому увеличению потребности в воде. Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых нужд возвращается в реки в виде сточных вод. Перспективным является объединение биологических методов очистки с магнитными технологиями [1-2].

В связи с этим, для обеспечения высокой степени очистки сточных вод нами была создана ВГФН (высокоградиентная ферромагнитная насадка), которая имеет функциональное покрытие с такими же характерными размерами шероховатости поверхности, как и объекты, которые на нее улавливаются. Использование функциональных покрытий, полученных при коррозии и электроосаждении дает возможность получать ферромагнитные насадки, которые и являются составляющими магнитных фильтров. Эти насадки нужно делать с контролируемыми шероховатостями поверхности характеристиками. Именно это дает возможность сделать очистку воды максимально эффективной.

Эффективность работы ВГФН в магнитных фильтрах, как основного элемента для очистки сточных вод обусловлена именно функциональным покрытием, с помощью которого получается максимально возможное количество неоднородностей на единицу объема насадки с одновременным разбросом характерных размеров насадки в достаточно широком диапазоне, что обеспечивает улавливание примесей также в широком размерном диапазоне.

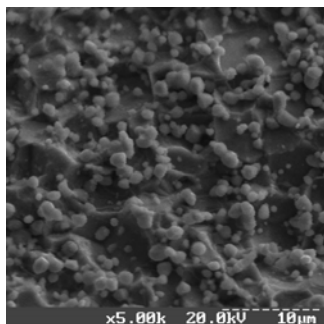


Рис.1 СЭМ изображение поверхности: ВГФМ с функциональной поверхностью.

Литература

1. Kratochvil D., Volesky B. Advances in the biosorption of heavy metals// Trends. Biotechnol. – 1998.– V. 16, №7. – p. 291–300.
2. Горобец С.В., Горобец О.Ю., Гойко І.Ю., Касаткина Т.П.// Спосіб очищення стічних вод від іонів хрому.- Патент на винахід №63816.Кл.С02F1/62.–№ 2003076644; Заяв.15.07.2003;Опубл. 15.11.05. Бюл. №11.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕМОГЛОБИН-ЛИПИДНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ С ПОМОЩЬЮ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЗОНДА SQ-1

Захаренко О.К., Трусова В.М., Горбенко Г.П.

*Кафедра биологической и медицинской физики, Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
Площадь Свободы 4, Харьков, 61077, Украина
e-mail: olzk@mail.ru*

Мобильные телефоны, микроволновые печи, процессоры персональных компьютеров и другие источники электромагнитных волн сверхвысоких частот в последнее время широко вошли в нашу жизнь. Однако мало внимания уделяется исследованию действия излучения на организм человека, в частности, на белки и компоненты клеточных мембран. Целью данной работы было исследование влияния высоких частот на взаимодействие гемоглобина с модельными липидными мембранами. При достижении этой цели использовался сквараиновый флуоресцентный зонд SQ-1. Этот зонд излучает в длинноволновой области, что уменьшает вероятность искажения спектра красителя за счет собственной флуоресценции белков и светорассеяния.

В данной работе изучалось спектральное поведение флуоресцентного зонда при связывании гемоглобина с модельными мембранами, состоящими из фосфатидилхолина. Перед связыванием белок подвергался действию СВЧ излучения с частотами 1770, 1810, 1885, 2000, 2200, 2500 МГц. Гемоглобин не является мембранным белком, однако он связывается с липидными бислоями посредством электростатических и гидрофобных взаимодействий, причем эффективность связывания зависит от формы белка и его конформации.

SQ-1 связывается с модельными мембранами, встраиваясь в гидрофобную область бислоя. В этих условиях флуоресценция зонда имеет высокое значение с максимумом интенсивности при длине волны 682 нм. Добавление гемоглобина к системе привело к уменьшению интенсивности флуоресценции SQ-1 в 2-3 раза. Подобное поведение красителя объясняется его взаимодействием с продуктами свободнорадикальных процессов, инициируемых белком в липидном бислое.

Облучение белка привело к значительному изменению вида кинетических кривых. В наибольшей степени это проявилось для гемоглобина, облученного при частоте 1770-1885 МГц.

Механизм действия микроволнового облучения на живые системы остаются неясными. Известно, что микроволны могут вызывать неправильный рост клеток, их гибель. Электромагнитные волны заданных частот наиболее сильно поглощаются водой, из которой состоят все живые организмы. Следовательно, можно было предположить, что влияние излучения на гемоглобин обусловлено нагреванием воды и термической денатурации гема. Однако используемая в установке мощность электромагнитного поля (20,1 мВт) недостаточно высока для индуцирования подобных процессов. Тогда можно сделать вывод, что СВЧ излучение действует непосредственно на исследуемый белок и вызывает его конформационные изменения, которые влекут за собой изменение вида кинетических кривых связывания. Этот эффект мало влияет на конечный результат связывания белка с мембраной и, возможно, не влечет за собой глубокие деструктивные эффекты. Однако начальное связывание гемоглобина с мембраной заметно изменилось. Конформационные изменения гемоглобина, по-видимому, уменьшают доступность гема бислою, что влечет за собой изменение спектральных характеристик зонда. Следовательно, кислород-переносящая функция белка может нарушаться, и облучение СВЧ излучением может повлечь за собой деструктивные изменения переносчиков кислорода в крови, что может привести к тяжелым заболеваниям, таким как различные виды анемий.

**ВКЛАД ИЗМЕНЕНИЯ ТРАНСЛЯЦИОННЫХ, РОТАЦИОННЫХ И
ВИБРАЦИОННЫХ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ В ЭНЕРГИЮ
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ ЛИГАНДОВ С ДНК**

В.В. Костюков, Н.М. Хомутова, М.П. Евстигнеев

*Севастопольский национальный технический университет
99053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
e-mail: Viktor_Kostukov@mail.ru*

В настоящей работе представлена методика расчета и анализ вклада от изменения трансляционных, ротационных и вибрационных степеней свободы в энергетику комплексообразования ароматических соединений с дуплексом ДНК. Результаты расчета значений термодинамических параметров (ΔG , ΔH , ΔS) свидетельствуют о том, что изменение трансляционных и ротационных степеней свободы дестабилизирует, а изменение вибрационных степеней свободы – стабилизирует комплексы, причем энергетический вклад от рассматриваемых движений носит преимущественно энтропийный характер. Показано, что в целом энергетические компоненты от изменения трансляционных, ротационных и вибрационных степеней свободы соизмеримы с экспериментально определяемыми термодинамическими параметрами, что требует обязательного учета этих составляющих в энергетическом анализе реакций комплексообразования ароматических молекул с ДНК. Установлено, что суммарный вклад изменения трансляционных, ротационных и вибрационных степеней свободы в энергию Гиббса реакции комплексообразования ароматических молекул с ДНК может быть принят в среднем одинаковым для различных лигандов и равным 8.2 ккал/моль.

ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНОГО ПІНЦЕТУ В МЕДИЦИНІ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТА ЛІКУВАННЯ ОНКОЛОГІЧНИХ УТВОРЕНЬ

Ю.І Горобець, С.В. Горобець, М.М. Потьомкін, А.В. Сопіна

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
03056, г. Київ, пр. Перемоги, 37
e-mail: pitbm@ntu-kpi.kiev.ua*

Одним з напрямів сучасної фізики є пошук нових та удосконалення існуючих методів маніпулювання мікрочастинками. Ці методи знаходять широке застосування в наукових дослідженнях, в різних галузях діяльності людини, зокрема в медицині. Розвиток сучасної медицини потребує удосконалення методів лікування шляхом доставки дозованої кількості медичних препаратів безпосередньо до місця запалення з використанням кровеносних судин. На сьогоднішній день це питання залишається відкритим і триває пошук нових підходів та можливостей, тому використання магнітного пінцету, дає можливість застосування цих методів локалізації частинок у медицині. Існують такі методи маніпулювання частинками як: оптичний пінцет, магнітний пінцет, діелектрофорез та ін. На відміну від лазерних пінцетів чи електричних полів, які можуть призвести до перегріву біологічних об'єктів або запустити протікання небезпечних хімічних реакцій, використання методики маніпулювання мікрочастинками за допомогою магнітних полів дозволяє відмовитися від застосування цих руйнівних методів. В цьому зв'язку в даній роботі запропоновано новий тип магнітного пінцету. Для того, щоб локалізувати у просторі частинку, яка знаходиться під дією магнітного поля, повинна виконуватися умова існування точки, де потенційна енергія сягає свого локального мінімуму, тобто утворюється потенційна яма. Оскільки у постійному магнітному полі для феромагнітної частинки досягнути такого локального мінімуму неможливо [1], в даній роботі запропоновано використовувати змінне магнітне поле. Метод, перетворення локального максимуму енергії в локальний мінімум за допомогою швидко осцилюючої сили, запропонований академіком Капицей [2], надає змогу вирішити питання локалізації феромагнітної частинки за допомогою змінного швидко осцилюючого магнітного поля. Для можливості реалізації магнітної пастки нового типу в умовах потоку рідини необхідне виконання двох умов: а) перша умова - сила, яка діє на частинку зі сторони магнітного поля, повинна бути більшою за силу, яка діє на частинку зі сторони потоку рідини; б) друга умова полягає в мінімізації амплітуди осциляцій для більш точного позиціонування частинки у необхідній області. За цих умов, щоб утримати частинку у потоці крові можливо у разі, коли розмір частинки становить до 3 мкм, частинка виготовлена з феромагнетиту магнітною сприйнятливістю у межах від 0,5 до 0,8 при частоті магнітного поля від 200 до 300 Гц. Суттєва перевага магнітних полів в тому, що тканини організму людини є інертними щодо впливу магнітного поля. Це забезпечує можливість без шкоди для організму впливати на феромагнітні частинки, які знаходяться в ньому. Результати дослідження підтверджують, що локалізація частинки за допомогою методу швидко осцилюючого поля можлива, але в певному діапазоні початкових умов. Використання цього методу дає перспективні можливості створення магнітного пінцету, застосування якого в медицині надасть можливість наблизитись до вирішення проблеми доставки частинки з ліками у місце розташування онкологічного утворення. Такий підхід забезпечить дію препарату тільки в місці ураження тканин, тим самим позбавляючи увесь організм від згубного впливу хімічного препарату.

[1] Филипс У.Д. Лазерное охлаждение и пленение нейтральных атомов. // Успехи физических наук. – 1999 г. – Том 169, №3. – С. 305 – 322.

[2] Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Механика: В 10 т. Том I. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1965. – 204 с.

ВИЗНАЧЕННЯ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ БІОСОРБЕНТУ.

Горобець С.В., Михайленко Н.О., Двойненко О.К.

*Національний Технічний Університет України "КПІ",
03056, г. Київ, 37 проспект Перемоги pitbm@ntu-kpi.kiev.ua*

Забруднення важкими металами навколишнього середовища і пошук шляхів їх вилучення є однією з найбільш серйозних проблем в світі. Біосорбція з використанням таких біоматеріалів як бактерії, гриби, дріжджі і водорості, розглядається як дешева біотехнологія для обробки великих об'ємів забруднених стічних вод з малою концентрацією важких металів від 1 до 100 мг/л. Серед методів вилучення біоматеріалу після сорбції важких металів набуває розвитку метод, згідно якого біомасі попередньо надають магнітні властивості, а після сорбції іонів важких металів осаджують магнітними сепараторами. Дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* є перспективним біосорбентом для видалення важких металів через свою доступність – дріжджі є відходами багатьох харчових ферментативних виробництв. Для надання дріжджам *S. cerevisiae* магнітних властивостей, до суспензії кліток додавали наномагнетит у співвідношенні 100:1 за об'ємом згідно методики [1].

Магнітну сприйнятливість отриманого комплексу дріжджові клітини-магнітні мітки наномагнетиту визначали на установці, яка містила електромагніт, проточну систему і систему візуалізації. Електромагніт створював однорідне магнітне поле в повітряному зазорі між полюсними наконечниками. В кювету, розташовану в зазорі електромагніту, вносили елемент високоградієнтної феромагнітної насадки у вигляді сферичної залізної кульки діаметром 100 мкм. Потік розчину магнітомічених дріжджів проходив крізь кювету. Під дією магнітного поля, напрямком вектору напруженості якого був паралельним вектору швидкості руху середовища, магнітомічені клітини осаджувались на одиночній насадці.

Визначення магнітної сприйнятливості комплексу дріжджові клітини-магнітні мітки проводили за кутом осадження клітин на елемент високоградієнтної феромагнітної насадки згідно методики. В експериментах досліджували залежність магнітної сприйнятливості біосорбенту від часу перемішування розчину дріжджів з магнітними мітками. Використовували метод механічного перемішування, який є простим у виконанні і відносно дешевим. Після проведення дослідів було визначено залежність кута осадження магнітокерованого біосорбента від часу перемішування розчину дріжджів з магнетитом.

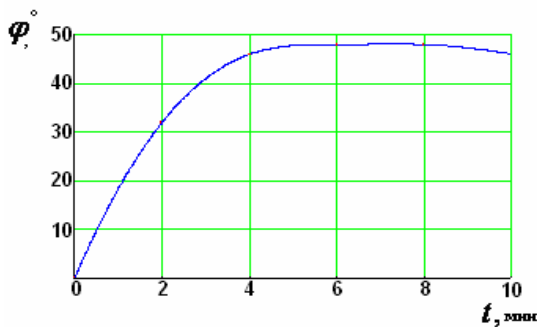


Рис. 1. Графічна залежність кута осадження від часу перемішування

Виявилось, що тривалість перемішування розчину дріжджів з магнітними мітками є важливим чинником для встановлення взаємодії клітин з магнітними часточками. Згідно отриманих експериментальних даних, оптимальний час перемішування становить біля шести хвилин. З рис. 1 добре видно, що після шести хвилин перемішування наномагнетита з дріжджовими клітинами кут осадження магнітокерованого біосорбенту на сферичну кульку практично не збільшується, що свідчить про те, що більший час перемішування є

економічно недоцільним, т.я. не приводить до підвищення магнітної сприйнятливості біосорбенту. Оскільки механічне перемішування потребує витрат електроенергії, визначення оптимального часу перемішування є важливим чинником при виготовленні магнітокерованого біосорбенту.

Література

1. S.V. Gorobets, O.Yu. Gorobets, V.V. Lizunov, O.M. Kashpur, O.M. Bylo. Method of determination of magneto-controlled biosorbents magnetic susceptibility// 4th International Conference. Physics of liquid matter: modern problems – 2008.- p.168.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРИЕНТАЦИИ ТРАЕКТОРИЙ ДИАМАГНИТНЫХ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ОРГАНИЗМОВ В СИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Горобец О.Ю., Бондар И.А.

Национальный технический университет Украины «КПИ», 03056, г. Киев, пр. Победы 37
e-mail: pitbm@ntu-kpi.kiev.ua

Многие одноклеточные организмы проявляют свойства магнитотаксиса в приложенных сильных магнитных полях. В ряде случаев это вызвано наличием в их составе так называемых магнитосом – наночастиц магнетита. Однако, в ряде экспериментальных работ наблюдается эффект анизотропной ориентации траекторий диамагнитных одноклеточных микроорганизмов в магнитных полях 10 – 15 Тл [1]. Данный эффект предположительно связан с наличием у диамагнитного одноклеточного микроорганизма анизотропии магнитной восприимчивости [1].

В данной работе средний угол ориентации траекторий микроорганизмов рассчитывается на основе статистического подхода. Энергия микроорганизма ось анизотропии магнитной восприимчивости которого отклоняется на угол θ от направления внешнего однородного магнитного поля \vec{H}_0 имеет вид:

$$U = \frac{\chi H_0^2}{2} \cdot \cos^2 \theta - \frac{H_0^2}{2} \cdot \chi_{\perp}, \quad (1)$$

где $\chi = |\chi_{\parallel} - \chi_{\perp}|$, $|\chi_{\parallel}| > |\chi_{\perp}|$, χ_{\parallel} , χ_{\perp} - продольная и поперечная магнитные восприимчивости микроорганизма соответственно.

Тогда распределение Больцмана по углу ориентации микроорганизмов в магнитном поле имеет вид:

$$dw = b \exp\left(-\frac{\chi H_0^2 \cos^2 \theta}{2kT}\right) \sin \theta d\theta, \quad (2)$$

где нормировочная константа $b = \frac{1}{2 \int_0^{\pi} \exp(-\alpha x^2) dx}$, $\alpha = \frac{\chi H_0^2}{2kT}$, $x = \cos \theta$.

Среднее значение косинуса угла отклонения оси анизотропии магнитной восприимчивости биомолекулы от направления внешнего магнитного поля было вычислено по общей формуле:

$$\langle \cos \theta \rangle = \int_0^{\pi} b \cos \theta \exp(-\alpha \cos^2 \theta) \sin \theta d\theta. \quad (3)$$

В результате процедуры усреднения по формуле (3) была получена зависимость среднего косинуса угла отклонения оси анизотропии магнитной восприимчивости биомолекулы от направления внешнего магнитного поля:

$$\langle \cos \theta \rangle = \frac{b}{\alpha} [1 - \exp(-\alpha)]. \quad (4)$$

Из формулы (4) видно, что с ростом значения напряженности внешнего магнитного поля угол среднего отклонения анизотропии магнитной восприимчивости биомолекулы от направления внешнего магнитного поля уменьшается. Таким образом траектории движения микроорганизмов должны иметь выраженную анизотропию, индуцированную внешним однородным магнитным полем.

Литература:

1. K. Guevorkian, J.M. Valles Jr. Aligning Paramecium caudatum with Static Magnetic Fields // Biophysical Journal Volume 90 April 2006 3004–3011.

ПОДВИЖНОСТЬ АЗОТИСТЫХ ОСНОВАНИЙ ПРИ ДЕГИДРАТАЦИИ ДНК В ПЛЕНКАХ

Борискина Е.П., Семенов М.А.

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12*

Изучение структуры и свойств нуклеиновых кислот (НК) в условиях различной степени гидратации важно для понимания принципов упаковки ДНК и создания надежных методик укладки ДНК в катионные липосомы для доставки и использования в качестве лекарств. Учитывая, что в настоящее время накоплено недостаточно экспериментальных данных о структуре дегидратированной ДНК [1, 2], целью данной работы является разработка численной модели перехода НК из полностью гидратированного в дегидратированное состояние и расчет на основании построенной модели структурных параметров НК при различных степенях гидратации. Исследование проведено на примере двуспиральных полинуклеотидов poly(rA)-poly(rU), poly(rG)-poly(rC), poly(dG)-poly(dC), poly(dA)-poly(dT) и ДНК *M. luteus* (GC 72%) and *Cl. Perfringens* (CG 26,5%).

В модели использованы экспериментальные данные о частотах валентных колебаний C=O групп азотистых оснований при различных значениях относительной влажности (ОВ) [3] и рассчитанные частотные сдвиги, вызванные динамическими резонансными взаимодействиями колебательных моментов перехода C=O групп в соседних нуклеотидах. Алгоритм расчета базируется на теории возмущений Miyazawa [4], согласно которой соседние C=O могут рассматриваться как слабо связанные осцилляторы, при этом наблюдаемая частота ИК полосы ν , равна $\nu = \nu_0 - \Delta\nu_{hydr} \pm \Delta\nu_{res}$, где ν_0 – невозмущенная частота, $\Delta\nu_{hydr}$ – частотный сдвиг в результате образования водородных связей и $\Delta\nu_{res}$ – сдвиг, связанный с резонансными взаимодействиями. При этом $\Delta\nu_{res} = \frac{1}{h} \sum_{\alpha\beta} C_{\alpha}^f C_{\beta}^f V_{\alpha\beta}$, где h – постоянная Планка; C_{α}^f и C_{β}^f – коэффициенты симметрии; ν_0 – невозмущенная частота; m, n – номера колебательных групп в элементарной ячейке; $V_{\alpha\beta}$ – матричный элемент оператора диполь-дипольного взаимодействия моментов перехода.

В случае полинуклеотидов, значения ν , ν_0 , и $\Delta\nu_{hydr}$ известны для всех уровней ОВ, однако значение $\Delta\nu_{res}$ может быть рассчитано только для канонической В/А-формы гидратированных полинуклеотидов с использованием кристаллографических атомных координат. Мы предполагаем, что деформации двойной спирали НК, возникающие при ее дегидратации, возможно моделировать как изменения ее спирального угла по сравнению с канонической А/В - формой, при этом соседние азотистые основания будут находиться в параллельных плоскостях. Это даст возможность получить значения спирального угла, при котором рассчитанные $\Delta\nu_{res}$ будут равны экспериментальным для каждого уровня ОВ. Принимая во внимание, что в случае ДНК атомные координаты неизвестны, мы использовали в работе АТ - и ГЦ - обогащенную ДНК. Значения $\Delta\nu_{res}$ рассчитывались с использованием координат соответственно poly(dA)-poly(dT) и poly(dG)-poly(dC).

Проведенный анализ показал, что в процессе перехода из полностью гидратированного в дегидратированное состояние спиральный угол в исследованных структурах меняется на 10° - 20° градусов, при этом азотистые основания АТ – обогащенной poly(dA)-poly(dT) и ДНК *Cl. Perfringens* оказываются более подвижными, чем азотистые основания ГЦ – обогащенной poly(dG)-poly(dC) и ДНК *M. luteus*.

[1] Clark GR, Squire CJ, *et al.* // Nucleic Acids Res. – 2000 – 28(5) – P. 1259-65.

[2] Lee CH, Mizusawa H., Kakefuda T. // Proc Natl Acad Sci U S A. – 1981 – 78(5) – P. 2838-42.

[3] Семенов М.А. // Дис. док. физ.-мат. наук. – М.: МГУ, 1990. – 410 с.

[4] Miyazawa T. // J.Chem.Phys. – 1960. – Vol. 32. – №6. – P. 1647-1652.

Boeck G.	30	Большаков А.А.	111, 117
Borkowski A.	38	Бондар И.А	167
Capolino F.	30	Бондарев В.П.	138,146
Endward M.	39	Бордюк А.Ю.	159
Fesenko F.I.	35	Борискина Е.П.	154, 168
Gil M.	38, 88	Борухович С.П.	72
Gorgol A.	88	Боряк О.А.	161
Gryshchenko S.V.	31	Булана Т.М.	56
Grzelak E.	38	Буланый М.Ф.	53
Ilyenko K.V.	32	Булгаков А.А.	73,85
Khodzitskiy M.K.	40,75	Буняева А.А.	62
Kozieł K.	33	Бурнашов А.В.	97
Mazikowski A.	118	Бутрым А.Ю.	130, 131
Mergo P.	91	Было О.Н.	162
Mizrakhy S.	38	Валеев В.А.	150
Podkoscielny W.	88	Варавин Н.В.	79
Rayss J.	88	Васильев Д.Г.	42
Sakhnenko N.K.	36	Видил М.Ю.	94
Vallecchi A.	30	Волянский М.Д.	57
Vozianova A.	34	Галан А.Ю.	126
Warzocha T.P.	38,76	Гирич А.А.	113
Widowski J.	88	Гладышев А.М.	43
Wójcik J.	91	Гнатенко А.С.	114
А.В. Бабич	78	Гнатенко А.С.	90
Агафонова А.С.	155	Головащенко Р.В.	98,115
Ангельский П.О.	95	Голубничная Г.В.	55
Андреюк Д.Д.	157	Гомілко І.В.	56
Аппазов Э.С.	148	Горбань А.А.	53
Архипов А.Д.	69	Горбенко Г.П.	163
Бабин С.А.	101	Горобец О.Ю.	162,167
Балабан М.В.	125	Горобец С.В.	162,165, 166
Балмаков А.П.	70,158	Горобец Ю.И.	84
Баранник А.А.	59	Гороховцев Н. Е.	145
Бартелеми А.	120	Горошко Е.В.	115
Баськов Р.А.	96	Грибовский А.В.	72,132
Белобров В.А.	87,112	Губин А. И.	140
Белов П.А.	28,35,67, 71	Гуле С. Г.	106
Бобик В. В.	106	Гурьев И.В.	90,114
Бобров Д.В.	48	Дацко Я.В.	127
Бойко В.	103	Двойненко О.К.	166

Дегтярев А.В.	66	Ковальчук А. О.	106
Дербов В.Л.	109	Кольчевский Н.Н.	48, 111, 117
Довбешко Г.	103	Копач В.Р.	54,63
Дуболазов О.В.	105	Корниенко Ю.В.	122
Дурманов М.А.	44	Костылева О.В.	73
Духопельников С.В.	128	Костюков В.В.	164
Евстигнеев М.П.	28, 157, 164	Кочетов Б.А.	130
Есаян Г.	92, 116, 120, 121	Кривенко Е.В.	55
Ефимов Б. П.	85	Круглова Е.Б.	153
Желтов В.Н.	80	Крыжановский В.Г.	83
Жерёбкина О.Н.	160	Кузнецов С. В.	145
Животова Е.Н.	161	Кулешов А. Н.	85
Жилякова Т.А.	55	Кутузян А.	121
Завилопуло А.Н.	155	Кутько В. И.	107
Зайцев Р.В.	54	Куцак С.В.	146
Зайцев Р.В.	63	Левадный Ю.В.	45
Захаренко О.К.	163	Легенький М. Н.	131
Захарчук Д.А.	82	Ли М.Е.	99
Зейтунян А.	92, 120	Лизунов В.В.	81
Зобнина В.Г.	161	Липкина В.И.	90,114
Иваница А.Г.	65	Луньов С.В.	82
Иваницкий А.М.	137	Лурадур Ф.	120
Иванов В.К.	45	Луценко В.И.	46,47,55
Иконен П.	71	Луценко И.В.	46,47
Істратій В.І.	105	Лысенко В.Н.	51
Казанский О.В.	160	Ляшков О.Ю.	56
Калашян М.	116, 120, 121	Мазго А.Э.	48
Калинский И.А.	99	Макаров В.О.	65
Калмыкова Т.В.	64	Макаров Д.Г.	83
Каменский Д.Л.	107	Малеев М.Н.	143
Каплиенко А.И.	107	Мангушина Ю.В.	132
Карпенко Ю.В.	81	Мансурян Т.	120
Карпович О.Л.	129	Мартынов О.В.	99
Катенев С.К.	142	Медведев А.В.	162
Кизименко В.В.	129	Минакова Е.А.	153
Кириченко А.Я.	55	Мирошниченко Е.В.	151
Кириченко М.В.	54, 63	Михайленко Н.О.	166
Клименко М.В.	89	Моїсеєнко В.	103
Коваленко В.Ф.	159	Мохунь И.И.	95
Коваленко С. А.	106	Мурадян Л.	92, 116, 120, 121

Нерух А.Г.	119	Смирнов А.В.	102
Нестерук С.В.	133,136, 139	Смирнов Е.Н.	100
Нечипуренко Ю.Д.	156	Смирнов С.А.	49
Никулин М.А.	101	Смотрова Е.	93
Оголь В.А.	53	Соломаха В. М.	106
Омельченко К.С.	57	Сопіна А.В.	165
Омельченко С.А.	53,61,65	Сорокин В.А.	150
Павлов А.И.	74	Степанова Л.И.	139
Паланджян К.	92, 116, 121	Страшевский А.В.	75
Панасюк Л.І	82	Ступка А.А.	58,147
Парини К.	71	Сугак А.В.	50
Петров П.В.	48,111, 117	Сухоиванов И.А.	90,114
Пильгун Ю.В.	100	Тарабан С.И.	140
Плахтий Е.Г.	65	Тарнавский Е.В.	47
Погосов В.В.	78	Тепер Н.И.	109
Попережай С.Н.	107	Ткаченко М.Ю.	154
Попков А.Ю.	134	Толкаченко Г.А.	102
Попович К.П.	108	Толсторуков М.Е.	154
Потьомкін М.М.	165	Тонкошкур Ю.А.	66
Приколотин С.А.	135	Торохтий К.И.	59
Принцовский В.А.	83	Третьяков С.А.	28,71
Прислопский С.Я.	110	Тріщук О.Б.	141
Просвирнин С.Л.	94	Трусова В.М	163
Проценко М.Б.	133	Ульянов Н.В.	156
Проценко М.Б.	136, 139	Усенко Е.Л.	150
Ремаева Т.Е.	119	Устинов В.В.	27
Репецкий С.П.	81	Федосов А.В.	82
Решетняк С.А.	84	Федосов С.А.	82
Ринкевич А.Б.	27	Фесенко О.	103
Рожновская И.Ю.	136	Хао Я.	71
Рожновский М.В.	137	Харченко П.С.	60
Ромашев Л.Н.	27	Хмеленко О.В.	61,65
Рудько Г. Ю.	106	Хоменко Т.А.	84
Самойлик С.С.	138	Хомутова Н.М.	164
Семенов М.А.	168	Хорунжий М. О.	85
Семченко И.В.	70,158	Хребтова А.С.	152
Сильверинья М.Г.	71	Хруслов М.	124
Симовский К.Р.	28,67,71	Хуторян Э. М.	85
Синицкий В.Б.	47	Цвык А.И.	80
Скуратовский С.И.	122	Циркунов Д.А.	110

Чаговец В.В.	161
Чернишов О.О.	104
Чернобровкин Р.Е.	144
Черняк Ю.В.	51
Чумак О.О.	96
Шаляпин В.Н.	45
Шелемба И.С.	101
Шестопалова А.В.	154
Ши Хе	142
Шпеник О.Б.	155
Эрнандес Сантьяго А. А.	157
Яковлева Д.В.	102
Янковская Е.А.	67

Рекламне видання

VIII ХАРКІВСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ
“РАДІОФІЗИКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА, БІОФІЗИКА”

25 – 27 листопада 2008 р.

Програма конференції та збірник анотацій доповідей

Відповідальний за випуск к.ф.-м.н. Ю.В. Гончаренко

Підп. до друк. 18.11.08. Формат 60×90/16. Пап. офс. Друк офс.

Ум. др. арк. 3,0. Тир. 140 прим. Замовлення № ____.

Ротапринт ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України
61085, Харків, вул. Акад. Проскури, 12