

Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова  
Національна академія наук України  
м. Харків, Україна

**VI Харківська  
конференція молодих науковців  
«РАДІОФІЗИКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА»**

13 – 14 грудня 2006 р.

**ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ  
ТА ЗБІРНИК АНОТАЦІЙ**

**Організатори конференції**



Рада молодих учених IPE ім. О.Я. Усикова НАН України



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



Східноукраїнське відділення IEEE AP/MTT/ED/AES/GRS/NPS/EMBS



Наукова рада НАН України "Радіофізика та НВЧ електроніка"

Харківська обласна державна адміністрація

## ГЕОГРАФІЯ КОНФЕРЕНЦІЇ



	Доповіді / Країна (місто)	Кількість
1.	Україна (Харків)	73
2.	Україна (Дніпропетровськ, Донецьк, Київ, Кривий Ріг, Львов, Луцьк, Миколаїв, Севастополь, Суми, Ужгород)	29
3.	Росія (Фрязіно, Санкт-Петербург, Саратов)	9
4.	Білорусія (Мінськ)	1
5.	Україна – Іспанія (Зарагоза)	1
6.	Україна – Корея (Тейджон)	1
7.	Україна – Словаччина (Косиче)	1
8.	Україна – Франція (Рен)	1
<b>Всього</b>		<b>116</b>

## Розклад конференції

		<i>Актова зала</i>	<i>Зала засідань</i>	<i>Бібліотека</i>
<b>Середа</b>  13.12. 2006	8:00 – 9:00	Реєстрація учасників <sup>1</sup>		
	9:00 – 9:30	<b>ВІДКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ</b>		
	9:30 – 11:30	<b>ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ</b>		
	11:30 – 12:15	Стендові доповіді <sup>2</sup> (Електроніка + Біо + Тв.Т.) / Coffee break		
	12:15 – 14:15	<b>МІКРОХВ. ТА ТВ. ЕЛЕКТРОНІКА</b>	<b>БІОФІЗИКА</b>	<b>РФ ТВ. ТЕЛА</b>
	14:15 – 15:15	Перерва: час на обід та поселення		
	15:15 – 17:30	<b>МІКРОХВ. ТА ТВ. ЕЛЕКТРОНІКА</b>	<b>БІОФІЗИКА</b>	<b>РФ ТВ. ТЕЛА</b>
	19:00 – 21:00	Експерсія по м. Харкову / Театр Російської Драми ім. Пушкіна		

		<i>Актова зала</i>	<i>Зала засідань</i>
<b>Четвер</b>  14.12. 2006	9:00 – 11:00	<b>РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ</b>	<b>ТЕОР. ТА ЕКС. ЕЛЕКТРОДИНАМІКА</b>
	11:00 – 11:30	Стендові доповіді <sup>2</sup> ( ЕД + РДЗ ) / Coffee break	
	11:30 – 13:30	<b>РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ</b>	<b>ТЕОР. ТА ЕКС. ЕЛЕКТРОДИНАМІКА</b>
	13:30 – 14:30	Перерва: час на обід	
	14:30 – 15:50	<b>MINI-SYMPOSIUM</b>	
	15:50 – 16:00	Перерва	
	16:00 – 17:20	<b>MINI-SYMPOSIUM</b>	
	17:30 – 18:00	<b>ЗАКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ ТА НАГОРОДЖЕННЯ ПРИЗЕРІВ КОНКУРСУ</b>	
	18:00 – 21:00		<b>ФУРШЕТ</b>

<sup>1</sup> Реєстрація учасників конференції молодих науковців обов'язкова

<sup>2</sup> Фойє зали засідань (3-й поверх головного корпусу)

## 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 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*”, міжнародної наукової конференції „*Mathematical Methods in Electromagnetic Theory*” та *Харківської конференції молодих науковців „Радіофізика та НВЧ електроніка”*. 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 та EuMA.

## Привітальне слово Організаційного Комітету

*Шановні колеги,*

Від імені Організаційного та Програмного комітету ми раді привітати учасників VI-ої Харківської конференції молодих науковців „Радіофізика та електроніка”. Вже традиційно наша конференція зібрала разом молодих науковців із різних інститутів НАН та МОН України, Росії та Білорусії.

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 ХКМН'06*

## Зміст

Географія конференції .....	0
Інформація про ІРЕ НАНУ та вступне слово .....	1
Перелік установ учасників конференції .....	2
Організаційний та програмний комітети .....	3
Програма конференції .....	4
Міні-симпозіум "Aerospace and Electronic Systems for the Aviation Safety and Meteorology" .....	13
Збірник анотацій доповідей	
Запрошені доповіді .....	16
Секція „Мікрохвильова та твердотільна електроніка” .....	18
Секція „Біофізика” .....	33
Секція „Радіофізика твердого тіла” .....	49
Секція „Радіолокація та дистанційне зондування” .....	63
Секція „Теоретична та експериментальна електродинаміка” .....	73
Розклад конференції .....	обкладинка

	<b>Перелік організацій учасників ХКМНГ 06</b>	<b>Абревіатура</b>	<b>Місто</b>
1.	<i>Беларусский государственный университет</i>	<i>БГУ</i>	<i>Минск, Беларусь</i>
2.	<i>Государственное предприятие «Научно-исследовательский технологический институт приборостроения»</i>	<i>ГП „НИТИП”</i>	<i>Харків</i>
3.	<i>Дніпропетровська державна медична академія</i>	<i>ДДМА</i>	<i>Дніпропетровськ</i>
4.	<i>Днепропетровский национальный университет</i>	<i>ДНУ</i>	<i>Дніпропетровськ</i>
5.	<i>Донецкий Национальный Университет</i>	<i>ДНУ</i>	<i>Донецк</i>
6.	<i>Институт ботаники НАН Украины</i>	<i>ИБ НАНУ</i>	<i>Киев</i>
7.	<i>Институт ионосферы НАН и МОН Украины</i>	<i>ИИ НАН и МОН Украины</i>	<i>Харків</i>
8.	<i>Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины</i>	<i>ИМБГ НАНУ</i>	<i>Киев</i>
9.	<i>Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины</i>	<i>ИПКК</i>	<i>Харків</i>
10.	<i>Институт прикладной физики НАН Украины</i>	<i>ИПФ НАНУ</i>	<i>Суми</i>
11.	<i>Институт радиофизики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України</i>	<i>ІРЕ НАНУ</i>	<i>Харків</i>
12.	<i>Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАН Украины</i>	<i>ИФП НАНУ</i>	<i>Київ</i>
13.	<i>Институт електронної фізики НАН України</i>	<i>ІЕФ НАНУ</i>	<i>Ужгород</i>
14.	<i>Институт теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України</i>	<i>ІТФ НАНУ</i>	<i>Київ</i>
15.	<i>Криворізький державний педагогічний університет</i>	<i>КДПУ</i>	<i>Кривой Ріг</i>
16.	<i>Київський національний університет ім. Т.Г. Шевченка</i>	<i>КНУ</i>	<i>Київ</i>
17.	<i>Луцький державний технічний університет</i>	<i>ЛДТУ</i>	<i>Луцьк</i>
18.	<i>Львівський національний університет ім. Івана Франка</i>	<i>ЛНУ</i>	<i>Львів</i>
19.	<i>Научно-исследовательский институт «Николаевская астрономическая обсерватория»</i>	<i>НИИ „НАО”</i>	<i>Николаев</i>
20.	<i>Николаевский научно-технический центр академии наук прикладной радиоэлектроники</i>	<i>ННТЦ АНПР</i>	<i>Николаев</i>
21.	<i>Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»</i>	<i>НТУ «КПИ»</i>	<i>Київ</i>
22.	<i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»</i>	<i>НТУ «ХПИ»</i>	<i>Харків</i>
23.	<i>Национальный фармацевтический университет</i>	<i>НФУ</i>	<i>Харьков</i>
24.	<i>ООО «Оптима-Сервис связь»</i>	<i>ОСС</i>	<i>Севастополь</i>
25.	<i>Об'єднаний науково-дослідний інститут Збройних Сил</i>	<i>ОНДІЗС</i>	<i>Харків</i>
26.	<i>Радиоастрономический институт, НАН Украины</i>	<i>РИ НАНУ</i>	<i>Харків</i>
27.	<i>Ренський університет 1</i>	<i>РУ1</i>	<i>Рен, Франція</i>
28.	<i>Саратовский государственный социально-экономический университет</i>	<i>СГСЄУ</i>	<i>Саратов, Россия</i>
29.	<i>Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского</i>	<i>СГУ</i>	<i>Саратов, Россия</i>
30.	<i>Севастопольский национальный технический университет</i>	<i>СНТУ</i>	<i>Севастополь</i>
31.	<i>Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического Приборостроения</i>	<i>СПГУАП</i>	<i>Санкт-Петербург</i>

32.	<i>Университет информатики и коммуникаций</i>	<i>УИТ</i>	<i>Тейджон, Корея</i>
33.	<i>Украинский радиотехнический институт</i>	<i>УРИ</i>	<i>Николаев</i>
34.	<i>Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное предприятие «Исток-аудио»</i>	<i>ФГУП «НПП-ИА»</i>	<i>Фрязино, Россия</i>
35.	<i>Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное предприятие «Исток»</i>	<i>ФГУП «НПП-Исток»</i>	<i>Фрязино, Россия</i>
36.	<i>Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное предприятие «Циклон-Тест»</i>	<i>ФГУП «НПП-ЦТ»</i>	<i>Фрязино, Россия</i>
37.	<i>Физико-технический институт низких температур им. Б.Е. Веркина НАН Украины</i>	<i>ФТИНТ НАНУ</i>	<i>Харків</i>
38.	<i>Харьковский национальный объединенный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил</i>	<i>ХНО НИИ ВС</i>	<i>Харків</i>
39.	<i>Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина</i>	<i>ХНУ</i>	<i>Харків</i>
40.	<i>Харьковский национальный университет радиоэлектроники</i>	<i>ХНУРЭ</i>	<i>Харків</i>
41.	<i>АО «SELMИ»</i>	<i>SELMИ</i>	<i>Сумы</i>
42.	<i>P. J. Safarik University</i>	<i>SU</i>	<i>Косіче, Словачия</i>
43.	<i>Universidad de Zaragoza</i>	<i>UZ</i>	<i>Зарагоса, Испания</i>

### **Організаційний комітет ХКМН-06**

Олексій Кулешов, ІРЕ НАНУ  
 Артем Борискін, к.ф.-м.н., ІРЕ НАНУ  
 Євгенія Єрмак, ІРЕ НАНУ

Голова оргкомітету  
 Голова програмного комітету  
 Секретар конференції

Члени програмного комітету:

Ольга Суворова, к.ф.-м.н., ІРЕ НАНУ  
 Оксана Шрамкова, к.ф.-м.н., ІРЕ НАНУ  
 Юрій Гончаренко, к.ф.-м.н., ІРЕ НАНУ  
 Вадим Пазинін, к.ф.-м.н., ІРЕ НАНУ  
 Ольга Хорунджая, к.ф.-м.н., ІРЕ НАНУ

Члени організаційного комітету:

Тетяна Багмут, ІРЕ НАНУ  
 Михайло Балабан, ІРЕ НАНУ  
 Володимир Белобров, ІРЕ НАНУ  
 Олена Борискіна, ІРЕ НАНУ  
 Сергій Борухович, ІРА НАНУ  
 Олексій Вічкань, ІРЕ НАНУ  
 Олексій Галан, ХНУ

Максим Івахніченко, ІРЕ НАНУ  
 Ольга Костильова, ІРЕ НАНУ  
 Сергій Мізрахі, ІРЕ НАНУ  
 Євгенія Мінакова, ІРЕ НАНУ  
 Євгеній Ольховський, ХПІ  
 Андрій Русанов, ІРЕ НАНУ  
 Сліпченко Тетяна, ІРЕ НАНУ

**НАУКОВА ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ**

**ВІДКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Актова зала** **Середа** **13.12.2006** **9:00 – 9:30**

9:15 **Вступне слово:** академік НАН України **В.М. Яковенко**, директор *ІРЕ НАН України*.

**ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ - 1**

**Актова зала** **Середа** **13.12.2006** **9:30 – 11:30**

- 9:30 – 10:00 "НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ ИРЭ НАНУ",  
**Александр Когут**, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. отдела Радиофизики твердого тела, ИРЭ НАНУ, г. Харьков.
- 10:00 – 10:30 "НЕОДНОРОДНЫЕ ВОЛНЫ В ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ПЛАЗМЕ",  
**Алексей Александрович Булгаков**, доктор физ.-мат. наук, профессор, ст. науч. сотр. отдела Радиофизики твердого тела, ИРЭ НАНУ, г. Харьков.
- 10:30 – 11:00 "ФОРМИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЯРКИХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ПУЧКОВ"  
**Владимир Абрамович Кушнир**, доктор физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., начальник лаборатории Национального научного центра "Харьковский физико-технический институт", г. Харьков.
- 11:00 – 11:30 "МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ БИОМОЛЕКУЛ - ИСТОРИЯ НАУЧНОГО УСПЕХА"  
**Марина Вадимовна Косевич**, доктор физ.-мат. наук, отдел биофизики, Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины, г. Харьков.

**СЕКЦІЯ: МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА**

**Актова зала** **СЕРЕДА** **13.12.2006** **12:15 – 14:15**

- |    |  |  |                                  |
|----|--|--|----------------------------------|
| 1. | <u>К.М. Басрави</u> ,<br>А.И. Экезли,<br>Г.И. Чурюмов  | ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ АНОДНЫХ БЛОКОВ МАГНЕТРОНОВ   | <i>ХНУ</i>                       |
| 2. | Деревянко А.В.,<br>Починок А.В.,<br>Силкин М.Ю.  | АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ  | <i>ХНУ</i>                       |
| 3. | <u>Г.М. Горбик</u> ,<br>К.В. Ильенко   | РАСЧЁТ СОБСТВЕННОГО КВАЗИСТАТИЧЕСКОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗАРЯДА, ДВИЖУЩЕГОСЯ ПРОИЗВОЛЬНО В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КАМЕРЕ ДРЕЙФА                                     | <i>ІРЕ НАНУ</i>                  |
| 4. | <u>В.А. Горяшко</u> ,<br>К.В. Ильенко  | ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ УБИТРОНА В РЕЖИМЕ МАГНИТОСТАТИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА   | <i>ІРЕ НАНУ</i>                  |
| 5. | <u>М.В. Кириченко</u> <sup>1</sup> ,<br>Р.В. Зайцев <sup>1</sup> ,<br>Н.В. Дейнеко <sup>1</sup> др.  | ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ПАРАМЕТРЫ НЕОСНОВНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ИХ БАЗОВЫХ КРИСТАЛЛАХ          | <i>НТУ „ХПИ”,<br/>ГП „НИТИП”</i> |
| 6. | <u>М.В. Кириченко</u> <sup>1</sup> ,<br>И.Т. Тымчук <sup>2</sup> ,<br>В.А. Антонова <sup>2</sup> др. | ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ И ЭЛЕКТРОННЫХ ПАРАМЕТРОВ БАЗОВЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ КРЕМНИЯ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКОГО И НАЗЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ | <i>НТУ „ХПИ”,<br/>ГП „НИТИП”</i> |



22.	О.Н. Мазанова	ФАЗОВЫЙ МАНИПУЛЯТОР НА 180 ГРАДУСОВ НА PIN – ДИОДАХ	ФГУП «НПП -Исток»
23.	Е.О. Сафонова	ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОНОЛИТНОГО УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ НА ПТШ	ФГУП «НПП -Исток»
24.	И.В. Самсонова	ОКТАВНЫЙ ПОЛОСНО – ПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР СВЧ В ГИБРИДНОМ ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ	ФГУП «НПП -Исток»
25.	И.В. Самсонова <sup>1</sup> , Е.О. Сафонова <sup>2</sup>	СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИС НА ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДЯЩЕЙ ПОДЛОЖКЕ	ФГУП «НПП -Исток»
26.	Ф.Е. Щербаков	МОНОЛИТНЫЙ ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ НА ПТШ	ФГУП «НПП -Исток»
27.	О.С. Зуева	МОНОЛИТНЫЙ ПЯТИРАЗРЯДНЫЙ АТТЕНЮАТОР НА ПТШ С МИНИМАЛЬНЫМ ДИСКРЕТОМ ОСЛАБЛЕНИЯ 0,5 ДБ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 7...11 ГГц	ФГУП «НПП -Исток»

**СЕКЦІЯ: БІОФІЗИКА - 1**  
**Зала засідань СЕРЕДА 13.12.2006 12:15 – 14:15**

1.	<u>А.С. Агафонова<sup>1</sup></u> , В.А. Сурков <sup>2</sup>	ИСТОЧНИК ИОНОВ ДЛЯ МОНОПОЛЬНОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ <sup>13</sup> C -ДЫХАТЕЛЬНОГО ТЕСТА	ІЕФ НАНУ, «SELM»
2.	<u>Ю.Н. Близняк</u> , Е.Б. Круглова	РАМАН ИССЛЕДОВАНИЕ В→А СТРУКТУРНОГО ПЕРЕХОДА ДНК В ПРИСУТСТВИИ ЭТИДИЯ БРОМИДА	ІРЭ НАНУ
3.	<u>Е.Н. Боброва</u> , А.В. Зинченко, Л.В. Цымбал	ВЛИЯНИЕ НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ КОРДОВОЙ КРОВИ	ІПКК НАНУ
4.	<u>Е. П. Борискина</u> , М.А. Семенов, Т.В. Больбух, Л.Б. Суходуб	ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ГИДРАТНОЙ ОБОЛОЧКИ ТРОЙНОЙ СПИРАЛИ КОЛЛАГЕНА	ІРЭ НАНУ
5.	А. М. Голиус	ВЛИЯНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ НА ВЕЛИЧИНЫ ТОЧЕЧНЫХ ЗАРЯДОВ АТОМОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	ХНУ
6.	<u>Е.В. Духопельников</u> А.С. Хребтова	МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФОРМАЦИОННЫХ ПЕРЕХОДОВ POLY(rC), ИДУЦИРОВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЕМ pH	ІРЭ НАНУ
7.	<u>Е.Л. Ермак<sup>1,2</sup></u> , Е.Б. Круглова <sup>2</sup> , Л.Г. Пальчиковская И.В. Алексеева <sup>3</sup>	ИССЛЕДОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОГО СВЯЗЫВАНИЯ АНАЛОГОВ ЦИТИДИНА И БРОМИСТОГО ЭТИДИЯ С ТИМУСНОЙ ДНК	ХНУ, ІРЭ НАНУ, ІМБГ НАНУ

**СЕКЦІЯ: БІОФІЗИКА - 2**  
**Зала засідань СЕРЕДА 13.12.2006 15:15 – 17:45**

8.	<u>Е.Н. Животова<sup>1,2</sup></u> , Л.Г. Кулешова <sup>2</sup> , А.В. Зинченко <sup>2</sup>	КРИОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИНАРНЫХ СИСТЕМ ВОДА–ОКСИЭТИЛИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ АЦЕТАМИДА (n = 1, 7-8) ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ НИЖЕ 273 К	НФУ, ІПКК НАНУ
9.	<u>Е.С. Заруднев</u> , А.Ю. Гламазда, С.Г. Степаньян др	РЕЗОНАНСНОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ ИМИДАЗОФЕНАЗИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ	ФТИНТ НАНУ

10.	С.В. Горобець, І.Ю. Гойко, Т.С. Лень, <u>О.І. Зінюк</u>	ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ІЗ СТІЧНИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ МАГНІТОКЕРОВАНОЇ БІОСОРБЦІЇ	НТУ „КПІ”
11.	<u>П.П. Канєвська</u> , С.Н. Волков	ВНУТРІШНЬО ІНДУКОВАНИЙ МЕХАНІЗМ ЗГІНАННЯ ДНК	ІТФ НАНУ
12.	Горобець С.В., Горобець О.Ю., <u>Луцик П.І.</u>	НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ МИКРООБЪЕКТОВ	НТУ „КПІ”
13.	<u>Е.А. Минакова</u> , Е.Б. Круглова	МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОННЫХ СИЛ НА ИЗОТЕРМЫ СВЯЗЫВАНИЯ ЛИГАНДОВ С ДНК ПРИ РАЗНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ФАКТОРА КООПЕРАТИВНОСТИ	ІРЭ НАНУ
14.	<u>Е.В.Мирошниченко</u> А.В. Шестопалова	МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПИРАЛЬНЫХ ФОРМ ПОЛИРИБОЦИТИДИЛОВОЙ КИСЛОТЫ	ІРЭ НАНУ
15.	<u>А.Л. Нестеренко</u> <sup>1</sup> , Е. Мирошниченко <sup>2</sup> А.В. Шестопалова	КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ОДНОСПИРАЛЬНОЙ ПОЛИРИБОЦИТИДИЛОВОЙ КИСЛОТЫ (Poly(rC)) С КОФЕИНОМ МЕТОДОМ ДОКИНГА И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ	ХНУ, ІРЭ НАНУ
16.	Сорокин В.А., <u>Усенко Е.Л.</u> , Валеев В.А	КОНФОРМАЦИОННЫЕ ПЕРЕХОДЫ ТРЁХЦЕПОЧЕЧНОГО ПОЛИНУКЛЕОТИДА ПОЛИУ·ПОЛИА·ПОЛИУ В РАСТВОРЕ, СОДЕРЖАЩЕМ ИОНЫ Cd <sup>2+</sup>	ФТИНТ НАНУ
17.	<u>Д.О. Шамайко</u> , Л.А. Булавін, др.	ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ДНК З ІОНАМИ НАТРІЮ	КНУ
18.	Н.И. Богатина <sup>1</sup> , <u>Н.В. Шейкина</u> <sup>2</sup> , Е.Л. Кордюм <sup>3</sup>	ИЗМЕНЕНИЯ ГРАВИТРОПИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ, ВЫЗВАННЫЕ ПОСТОЯННЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ	ФТИНТ, ХНУ, ІБ НАНУ
19.	<u>В.В. Чаговец</u> , М.В. Косевич, С.Г. Степаньян	ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА ГРАНИЧНЫХ ОРБИТАЛЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ БИОМОЛЕКУЛ И ИОН-МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ	ФТИНТ
20.	<u>Т.М. Булана</u> <sup>1</sup> , Т.В. Колесник <sup>2</sup>	ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ СУТОЧНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	ДНУ, ДДМА

**СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ**

**БІОФІЗИКА**

	<b>Фойє зали засідань</b>	<b>Середа</b>	<b>13.12.2006</b>	<b>11:30 – 12:15</b>
21.	<u>Д.Д. Андреюк</u> , М.П. Евстигнеев	ИССЛЕДОВАНИЕ САМОАССОЦИИ ТЕОФИЛЛИНА МЕТОДОМ <sup>1</sup> H ЯМР		СНТУ
22.	<u>Е. П. Борискина</u> <sup>1</sup> , В. Флори <sup>2</sup> , Я. Ле Гранд <sup>2</sup>	IN VIVO ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛАСТИЧНОСТИ ТКАНЕЙ КУРИНЫХ ЭМБРИОНОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЭМБРИОГЕНЕЗА		ІРЭ НАНУ, УРІ
23.	<u>В.В. Костюков</u> , В.И. Пахомов, Д.Д. Андреюк, М.П. Евстигнеев	ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ АНТРАЦЕНДИОНОВОГО АНТИБИОТИКА НОВАНТРОНА СО ШПИЛЕЧНОЙ СТРУКТУРОЙ ДЕЗОКСИГЕПТАНУКЛЕОТИДА 5'-d(GpCpGpApGpC)		СНТУ
24.	<u>О.В. Хорунжая</u> , В.А. Кашпур, А.А. Красницкая	ГИДРАТАЦИЯ КОФЕИНА И ЕГО ИНТАКТНОГО И ГАММА-ОБЛУЧЕННОГО КОМПЛЕКСОВ С ДНК ПО ДАННЫМ КВЧ ДИЭЛЕКТРОМЕТРИИ		ІРЭ НАНУ

- |     |  |   |                                   |
|-----|--|---|-----------------------------------|
| 25. | <u>Н.В. Шейкина</u> <sup>1</sup> ,<br>Н.И. Богатина <sup>2</sup> ,<br>Е.Л. Кордюм <sup>3</sup> | ЗАВИСИМОСТЬ ГРАВИТРОПИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ<br>КОРНЕЙ КРЕСС-САЛАТА ОТ АМПЛИТУДЫ<br>ПЕРЕМЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ<br>КОМБИНИРОВАННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ | <i>ФТИНТ,<br/>ХНУ,ИБ<br/>НАНУ</i> |
|-----|--|---|-----------------------------------|

**СЕКЦІЯ: РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА - 1**

**Бібліотека** **Середа** **14.12.2006** **12:15 – 14:15**

- |    |  |  |                            |
|----|--|--|----------------------------|
| 1. | А. Д. Архипов  | ИССЛЕДОВАНИЯ ОТРАЖЕНИЯ В ФОТОННЫХ<br>КРИСТАЛЛАХ СО СЛОЯМИ МЕТАМАТЕРИАЛА  | <i>ДНУ</i>                 |
| 2. | <u>Т.В. Багмут</u> ,<br>С. В. Недух  | ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ МАГНИТНЫХ ГРАНУЛ НА<br>ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ<br>НАНОКОМПОЗИТНЫХ СТРУКТУР   | <i>ИРЕ НАНУ</i>            |
| 3. | <u>Н. А. Балахонова</u><br>А. В. Кац   | РЕЗОНАНСНЫЕ ЭФФЕКТЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ<br>ВОЗБУЖДЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОН-<br>ПОЛЯРИТОНОВ В ВЫРОЖДЕННОЙ ГЕОМЕТРИИ   | <i>ИРЕ НАНУ</i>            |
| 4. | <u>А.А. Бондарев</u> ,<br>С.Ю. Карелин   | УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ<br>ХАРАКТЕРИСТИК ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ  | <i>ИРЕ НАНУ</i>            |
| 5. | С.В. Черновцев   | УПРАВЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ<br>ОДНОМЕРНОГО МАГНИТОФОТОННОГО КРИСТАЛЛА<br>С «ДЕФЕКТНЫМ» СЛОЕМ   | <i>ИРЕ НАНУ</i>            |
| 6. | <u>М.К. Ходзицкий</u> <sup>1</sup> ,<br>А.А. Гирич <sup>2</sup> ,<br>С.Ю. Полевой <sup>2</sup> | МАГНИТО-РЕЗОНАНСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В<br>ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ (ПОЛУПРОВОДНИК/<br>ГРАНУЛЯРНАЯ ПЛЕНКА) С ЭФФЕКТОМ<br>ИНЖЕКЦИОННОГО МАГНЕТСОПРОТИВЛЕНИЯ   | <i>ИРЕ НАНУ,<br/>ХНУРЕ</i> |
| 7. | Булгаков А.А.,<br>Кононенко В.К.,<br><u>Костылева О.В.</u>                                     | РАЗРУШЕНИЕ ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ СПЕКТРА<br>ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ПОД ДЕЙСТВИЕМ<br>ДИССИПАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В<br>ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СЛОИСТО-ПЕРИОДИЧЕСКОЙ<br>СТРУКТУРЕ, ПОМЕЩЕННОЙ В МАГНИТНОЕ ПОЛЕ | <i>ИРЕ НАНУ</i>            |
| 8. | <u>О.В. Кравчина</u> <sup>1</sup> ,<br>М. Кайнакова <sup>2</sup>                               | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР И ЭПР КЛАСТЕРА   | <i>ФТИНТ, SU</i>           |

**СЕКЦІЯ: РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА - 2**

**Бібліотека** **Середа** **14.12.2006** **15:15 – 17:30**

- |     |   |  |                       |
|-----|---|--|-----------------------|
| 9.  | <u>К.В. Кутько</u> <sup>1</sup> ,<br>А.И. Каплиенко <sup>1</sup> ,<br>Э.П. Николова <sup>1</sup> др | НЕОДНОРОДНОСТИ ВНУТРЕННИХ ПОЛЕЙ В<br>СВЕРХРЕШЕТКАХ Co/Cu (111)   | <i>ФТИНТ,<br/>ХНУ</i> |
| 10. | <u>Д. В. Лузин</u> , О. В.<br>Хмеленко, С. А.<br>Омельченко   | ИЗМЕНЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ<br>КРИСТАЛЛОВ ZnSe ПОД ВЛИЯНИЕМ<br>ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ   | <i>ДНУ</i>            |
| 11. | М.В. Клименко,<br>С.В. Петров,<br>И.М. Сафонов, др  | ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХРЕШЕТКИ БЕЗ РАЗРЫВОВ ЗОН<br>ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ИНЖЕКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В<br>КВАНТОВО-КАСКАДНЫХ СТРУКТУРАХ   | <i>ХНУРЕ</i>          |
| 12. | <u>С.В. Недух</u> ,<br>М.К. Ходзицкий   | ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТА ГИГАНТСКОГО МАГНИТ-<br>НОГО ИМПЕДАНСА В МИЛЛИМЕТРОВОМ<br>ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ ЭФФЕКТИВНОЙ<br>ПРОВОДИМОСТИ МАГНИТНОЙ НАНОРАЗМЕРНОЙ<br>СТРУКТУРЫ | <i>ИРЕ НАНУ</i>       |

13.	<u>А.Ю. Никитин</u> <sup>1,2</sup> , F. López-Tejeda <sup>2</sup> , L. Martín-Moreno <sup>2</sup>	РАССЕЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОНОВ НА ДЕФЕКТАХ ПОВЕРХНОСТИ И ИМПЕДАНСА	<i>ИРЕ НАНУ, UZ</i>
14.	А.А. Булгаков <sup>1</sup> , <u>Е.А. Ольховский</u> <sup>2</sup> , О.В. Шрамкова <sup>1</sup>	ОСОБЕННОСТИ НЕЛИНЕЙНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ДЛЯ ЗОННОГО СПЕКТРА	<i>ИРЕ НАНУ, НТУ „ХПИ”</i>
15.	А.И. Павлов <sup>1</sup> , С.И. Тарапов <sup>2</sup>	МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ ЗОНАМИ ОТРАЖЕНИЯ	<i>ХНУРЕ, ИРЕ НАНУ</i>
16.	И. А. Шипилова	РАДИАЛЬНО СЛОИСТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ ДЛЯ ДИЭЛЕКТРОМЕТРИИ	<i>ИРЕ НАНУ</i>
17.	<u>Л.П. Шуба</u> <sup>1</sup> , М.В. Кириченко <sup>1</sup> , В.Р. Копач <sup>1</sup> , др.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С БАЗОВОЙ P-I-N СТРУКТУРОЙ	<i>НТУ „ХПИ”, ГП „НИТИП”</i>
18.	<u>Р.М.Семенченко</u> , Д.А.Захарчук	ПРО ОСОБЛИВОСТІ МІЖДОЛИННОГО РОЗСІЯННЯ В n-Si	<i>ЛДТУ</i>
19.	О.В. Кац, О.Ю. Нікітін, М.І. Нестеров, <u>Т.М. Сліпченко</u> , др	ВУДІВСЬКІ АНОМАЛІЇ У ВІДБИТТІ ТЕРАГЕРЦОВИХ ХВИЛЬ ВІД ПОВЕРХНІ МОДУЛЬОВАНИХ ШАРУВАТИХ НАДПРОВІДНИКІВ	<i>ИРЕ НАНУ</i>
20.	<u>Кривенко Е.В.</u> , Кириченко А.Я., Луценко В.И.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИЭЛЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СМЕСЕЙ СЫПУЧИХ ВЕЩЕСТВ	<i>ИРЕ НАНУ</i>
21.	<u>Кривенко Е.В.</u> , Кириченко А.Я., Луценко В.И.	ОТКРЫТЫЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАТОР, ВОЗБУЖДАЕМЫЙ ЕМКОСТНОЙ ЩЕЛЬЮ, КАК ЯЧЕЙКА ДИЭЛЕКТРОМЕТРА	<i>ИРЕ НАНУ</i>

**СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ: РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА**

**Фойє зали засідань** **Середа** **14.12.2006** **11:30 – 12:15**

22.	<u>А.А. Горбань</u> , С.А. Омельченко, М.Ф. Буланый	ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ЭПР И ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КРИСТАЛЛОВ ZnS	<i>ДНУ</i>
23.	А.Ю. Ляшков, И.В. Гомилко, Е.В. Ковалева	ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ОКСИДНО-ЦИНКОВОЙ КЕРАМИКИ	<i>ДНУ</i>
24.	О.А. Замураев	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ПОЛУПРОВОДНИКЕ	<i>ИРЕ НАНУ</i>

**СЕКЦІЯ: РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ - 1**

**Актова зала** **Четвер** **14.12.2006** **09:00 – 11:00**

1.	<u>П.А. Бугаёв</u> , И.Л. Афонин	АНАЛИЗ ПОКРЫТИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ СИСТЕМОЙ NAVTEX С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ПРИЕМА ИНФОРМАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ	<i>СНТУ</i>
2.	Д.Г. Васильев	МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПОЗДОВЖНЬОГО РОЗМІРУ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ЦІЛІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БАГАТОЧАСТОТНОГО СИГНАЛУ З ОБМЕЖЕНОЮ КІЛЬКІСТЮ ЧАСТОТ	<i>ОНДІЗС</i>

3.	Е.И. Вдовиченко	СТАТИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИГНАЛА ПРИ КОНТРОЛЕ ПРОТЯЖЕННОГО ОТРАЖАТЕЛЯ РЕТРАНСЛЯЦИОННЫМ ИЗМЕРИТЕЛЕМ	ХНУРЕ
4.	<u>А.В. Вичкань</u> , П.А.Мельяновский А.И. Шуть	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМНОЙ ВОЛНЫ ВЕЩАТЕЛЬНЫХ РАДИОСТАНЦИЙ В ДОПЛЕРОВСКОЙ КВ РЛС	ІРЕ НАНУ
5.	Ю.В. Левадный	МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН СВЧ-ДИАПАЗОНА В ТРОПОСФЕРЕ С УЧЕТОМ ФЛУКТУАЦИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕЛОМЛЕНИЯ	ІРЕ НАНУ
6.	А.И. Литвин-Попович	МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАССЕЯНИЯ РАДИОВОЛН НА НЕОДНОРОДНОСТЯХ АТМОСФЕРЫ	ХНУРЕ
7.	<u>И.В.Луценко</u> , И.В. Попов, В.И. Луценко	БИСТАТИЧЕСКИЕ РЛС С ПОДСВЕТКОЙ ИОННОСФЕРНЫМИ СИГНАЛАМИ СВЯЗНЫХ СТАНЦИЙ КВ ДИАПАЗОНА	ІРЕ НАНУ
8.	<u>И.В.Луценко</u> , В.И.Луценко	НАБЛЮДЕНИЕ СИГНАЛОВ НА ЗАГОРИЗОНТНЫХ ТРАССАХ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 29МАРТА 2006 ГОДА	ІРЕ НАНУ

**СЕКЦІЯ: РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ - 2**

**Актова зала Четвер 14.12.2006 11:30 – 13:00**

9.	<u>Сергеева М.А.</u> , Благовещенский Д.В	ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН	СПГУАП
10.	И.Б. Широков, <u>И.В. Сердюк</u>	КОРРЕКЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ЦЕЛИ ПУТЁМ УЧЁТА ТРОПОСФЕРНОЙ РЕФРАКЦИИ	СНТУ
11.	Ф.И. Бушуев <sup>1</sup> , Н.А. Калюжный <sup>1,2</sup> , Ю.М.Образцов <sup>1</sup> , др	ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО СИГНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ НАЗЕМНЫХ СДВ АДИОПЕРЕДАТЧИКОВ И GPS	НИИ „НАО”, УРИ, ННТЦ АНПР
12.	И. М. Мыценко, <u>Д. Д. Халамейда</u> , С. И. Хоменко	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИГНАЛОВ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ ИСЗ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕТЕООБРАЗОВАНИЙ	ІРЕ НАНУ
13.	<u>Черняк Ю.В.</u> , Лысенко В.Н.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СТАНЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ МЕТОДОМ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ	ИИ НАН и МОНУ
14.	А.В. Вичкань, П.А.Мельяновский, <u>А.И. Шуть</u>	НАБЛЮДЕНИЕ САМОЛЕТА НА ДВУХ ПОЛЯРИЗАЦИЯХ НА ДОПЛЕРОВСКОЙ РЛС С ОБЛУЧЕНИЕМ ИОНОСФЕРНЫМИ СИГНАЛАМИ СТАНЦИЙ КВ ВЕЩАНИЯ	ІРЕ НАНУ
15.	С. А. Смирнов	НОВАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ АБОНЕНТСКОГО РАДИОДОСТУПА	ДНУ

**СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ: РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ**

**Фойє зали засідань Четвер 14.12.2006 11:00 – 11:30**

16.	О.В. Вишнинецкий	АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВИГНЕРА	ХНУРЕ
17.	С. В. Лазоренко	ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ СИГНАЛОВ С ОСОБЕННОСТЯМИ	ХНУ

<b>СЕКЦІЯ: ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА</b>			
<b>Зала засідань</b>	<b>Четвер</b>	<b>14.12.2006</b>	<b>09:00 – 11:00</b>
1.	<u>С.П. Борухович,</u> П.В. Литвинов	МОДЕЛЬ МЕРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КИРАЛЬНОСТИ	<i>ИРА НАНУ</i>
2.	<u>С.А. Буняев,</u> А.А. Баранник	ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ В ФОРМЕ КОНУСА С МОДАМИ ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЕРЕИ	<i>ИРЕ НАНУ</i>
3.	Р. Е.Чернобровкин	СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖЕКТОРНОГО ФИЛЬТРА НА ЩЕЛЕВОМ РЕЗОНАНСЕ	<i>ИРЕ НАНУ</i>
4.	С.В.Духопельников	МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА ГОФРИРОВАННОГО ВОЛНОВОДА НА БАЗЕ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	<i>ХНУ</i>
5.	<u>А. Ю. Галан</u> <sup>1</sup> , А. В. Борискин <sup>2</sup>	«ПЧЕЛИНЫЙ» АЛГОРИТМ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В АНТЕННЫХ ЗАДАЧАХ	<i>ИРЕ НАНУ,</i> <i>ХНУ</i>
6.	<u>О.В. Горошко,</u> А.В. Варавін, О.С. Плевако и др.	ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗОНАНСНЫХ СИСТЕМ В ММ – ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА	<i>ИРЕ НАНУ</i>
7.	М.М. Хруслов	ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ КОАКСИАЛЬНОЙ МОНОПОЛЬНОЙ АНТЕННЫ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОКРУЖЕНИИ	<i>ИРЕ НАНУ</i>
8.	<u>Кольчевский Н.Н.,</u> Петров П.В., Курганский Ю.В.	ПРЕЛОМЛЯЮЩАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ ЭПОКСИДНАЯ ЛИНЗА	<i>БГУ</i>

<b>СЕКЦІЯ: ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА - 2</b>			
<b>Зала засідань</b>	<b>Четвер</b>	<b>14.12.2006</b>	<b>11:30 – 14:00</b>
9.	И.В. Митина	ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ СПЕКТРА ОТКРЫТОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА КОНЕЧНОЙ ВЫСОТЫ	<i>ХНУ</i>
10.	С.В. Мизрахи	ОПТИМАЛЬНЫЙ СЕКЦИОННЫЙ ПЕРЕХОД ДЛЯ МЕТАЛЛО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДОВ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ	<i>ИРЕ НАНУ</i>
11.	А.А. Орленко	СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА АКТИВНОЙ СШП ИМПУЛЬСНОЙ АНТЕННЫ	<i>ИРЕ НАНУ</i>
12.	<u>А.Ю. Попов,</u> Е.В. Горошко, В.Н. Деркач	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАОТИЗАЦИИ КОЛЕБАНИЙ В БОЧКООБРАЗНОМ БИЛЬЯРДЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН	<i>ИРЕ НАНУ</i>
13.	М. М. Хруслов <sup>1</sup> , <u>С. А. Радионов</u> <sup>2</sup>	КОМПАКТНАЯ ЗЕРКАЛЬНАЯ АНТЕННА С МОНОПОЛЬНЫМ ОБЛУЧАТЕЛЕМ	<i>ИРЕ НАНУ,</i> <i>ХНУ</i>
14.	В.П. Рубан <sup>1</sup> , М.М. Головка, А.Г. Почанин	ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ В ГЕОРАДАРЕ	<i>ИРЕ НАНУ</i>
15.	А.А. Ступка, О.Й. Соколовський	КЛАСИЧНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ПРИ ПОВІЛЬНІЙ ВЗАЄМОДІЇ	<i>ДНУ</i>
16.	<u>М.С. Синьковский,</u> В.Г. Слѣзкин	РАСЧЕТ ВЕКТОРНЫХ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ СЕКЦИОНИРОВАННЫХ МИКРОПОЛОСКОВЫХ АНТЕНН	<i>СНТУ</i>

- |     |  |   |            |
|-----|--|---|------------|
| 17. | Б.Я. Благітко,<br>В.І. Бригілевич,<br><u>І.М. Ярмолівський</u> | ОСОБЛИВОСТІ РЕЖИМУ ЗАХОПЛЕННЯ НА КРАТНИХ ЧАСТОТАХ ДВОХ ЗВ'ЯЗАНИХ ГЕНЕРАТОРІВ ВАН-ДЕР-ПОЛЯ | <i>ЛНУ</i> |
| 18. | Р. Грицьків,<br><u>І. Карбовник</u> , ін.                      | РОЗРАХУНОК ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ МІКРОСТРУКТУР КРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ                  | <i>ЛНУ</i> |

**СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ: ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРІМ. ЕЛЕКТРОДИНАМІКА**

**Зала засідань** **Четвер** **14.12.2006** **11:00 – 11:30**

- |     |  |  |   |
|-----|--|--|---|
| 19. | <u>А.Н. Андреев</u> ,<br>А.Г. Лазаренко                                    | ВОЗМОЖНОСТИ ГЕНЕРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ В ТГц ДИАПАЗОНЕ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРФЕРОМЕТРА БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ                                   | <i>НТУ „ХПІ”</i>                            |
| 20. | <u>Маілян А.Д.</u> ,<br>Горобець О. Ю.                                     | МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА КОРОЗИЮ МЕТАЛУ В ЕЛЕКТРОЛІТІ З ПЕРІОДИЧНИМ РОЗПОДІОМ КОНЦЕНТРАЦІЇ | <i>НТУ „ХПІ”,<br/>ІМ НАН &amp;<br/>МОНУ</i> |
| 21. | <u>Ю.А.Мельниченко</u><br>Г.А. Лукьянчук,<br>Г.В. Лемешко,<br>М.Р. Османов | ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛА ПЛОСКО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ВОЛНОВОДЕ                     | <i>СНТУ</i>                                 |
| 22. | А.Ф. Розвадовский  | МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОВОДОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ PLC   | <i>„ОСС”</i>                                |
| 23. | В.Л. Дербов <sup>1</sup> ,<br><u>Н.И. Тепер</u> <sup>2</sup>               | ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ ВОЛНОВЫХ ПАКЕТОВ РИДБЕРГОВСКИХ АТОМОВ  | <i>СГУ,<br/>СГСЄУ</i>                       |

**МІНІ-СИМПОЗИУМ**

**Актова зала** **Четвер** **14.12.2006** **14:30 – 17:20**

14:30 – 17:20 Міні-симпозіум "Аерокосмічні та електронні системи для забезпечення авіаційної безпеки та метеорології" (за техн. підтримкою *IEEE AESS Society*).

**ЗАКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Актова зала** **Четвер** **14.12.2006** **17:30**

17:30 – 18:00 Закриття конференції та нагородження призерів конкурсу на найкращу доповідь.

**ФУРШЕТ**

**Четвер** **14.12.2006** **18:00 – 21:00**

**ПРОГРАМА МІНІ-СИМПОЗИУМУ**

**Актова зала**

**Четвер**

**14.12.2006**

**14:30 – 17:20**

## **"Aerospace and Electronic Systems for the Aviation Safety and Meteorology"**

**Technically supported by IEEE Aerospace and Electronic Systems Society**

14:30 – 15:10 "КОГЕРЕНТНАЯ РАДИОЛОКАЦИЯ В ММ ДИАПАЗОНЕ"

**Григорий Иванович Хлопов**, доктор наук, профессор, зав. отдела физических основ радиолокации, ИРЭ НАНУ, г. Харьков.

В докладе приведен анализ когерентных свойств излучения миллиметрового диапазона применительно к задачам радиолокации наземных целей, включая селекцию движущихся целей и их распознавание. Рассмотрены вопросы выбора критерия когерентности излучения генераторов ММД, влияние трассы распространения и флуктуации отраженных сигналов на эффективность когерентной обработки сигналов. Приведены результаты экспериментальных исследований свойств излучения генераторов в 2-х мм диапазоне, характеристики флуктуации сигналов, отраженных от растительности, осадков и реальных целей.

15:10 – 15:50 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЫПАВШИХ ОСАДКОВ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ"

**Калмыков Иван Анатольевич**, центр радиофизического зондирования Земли НАН и НКА Украины, г. Харьков.

В работе представлен метод получения количественных оценок выпавших на поверхность суши осадков в виде дождя. Метод использует принципы радиофизической обработки информации космического дистанционного зондирования совместно с особенностями спутникового мониторинга. В качестве исходных данных применяется информация, полученная космическими аппаратами ENVISAT, Сич, ERS-2. Полученные результаты подтверждаются данными контактных измерений.

16:00 – 16:40 "DEVELOPMENT OF AIRBORNE AVIONIC EQUIPMENT FOR FLIGHT SAFETY AND REMOTE SENSING "

**Феликс Иосифович Яновский**, доктор техн. наук, профессор, лауреат Государственной премии. Национальный авиационный университет, Киев.

An overview and analysis of weather radars that are multifunctional avionics systems will be presented. Functional, methodical, and technological aspects of airborne weather radar as instrument to obtain quantitative information about the atmosphere and landmarks are considered. Research results obtained with direct participation of the author compose the base of this consideration. The recent development of Ukrainian collision avoidance system will also be briefly presented.

16:40 – 17:20 "ИССЛЕДОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ РАДАРНЫМ МЕТОДОМ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЙНИЯ"

**Валерий Николаевич Лысенко**, канд. физ.-мат.наук, зам. директора, Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков.

Исследования ионосферной плазмы первоначально были вызваны необходимостью прогноза состояния ионосферы для организации коротковолновой радиосвязи. В результате многолетних наблюдений процессов на Солнце, изменений характеристик солнечного ветра, магнитосферы, ионосферы и атмосферы Земли получены достоверные научные результаты о их взаимосвязи. Так, параметры ионосферы значительно изменяются во время геомагнитных возмущений, связанных с корональными выбросами масс и солнечными вспышками. В связи с развитием программ мониторинга космической погоды, дистанционные наблюдения высотно-временных параметров ионосферы, стали актуальной задачей радиофизики и геофизики. Метод некогерентного рассеяния (НР) основан на рассеянии радиоволн на тепловых флуктуациях электронной концентрации. Он позволяет получить оценки спектральной или корреляционной функции тепловых флуктуаций электронной плотности и радиолокационное сечение рассеяния ионосферной плазмы. Полученные экспериментально оценки являются функцией параметров ионосферы, таких как электронная концентрация, ионная и электронная температуры, скорость дрейфа плазмы вдоль направления зондирования, ионный состав, частота соударений ионов и электронов с нейтральными частицами. Достоинством метода является возможность определения параметров ионосферной плазмы в широком диапазоне высот 70 –1500 км, как выше, так и ниже главного максимума ионизации. Современные знания о структуре ионосферы и ее динамике, а также ионосферные и термосферные модели во многом основаны на данных, полученных в течение нескольких циклов солнечной активности международной сетью радаров НР. Всего в мире существует 9 научных центров, имеющих радары НР, каждый из которых представляет собой уникальный научный инструмент. В состав экспериментального ионосферного центра Института ионосферы входят два радара НР, один с зенитной двухзеркальной антенной диаметром 100 м, второй с полноповоротной антенной диаметром 25 м, автоматическая ионосферная станция "Базис" и коротковолновый нагревный стенд. Радары НР включают два двухканальных радиопередающих устройства, с импульсной мощностью до 1.5 Мвт каждый, многоканальный маломощный приемник, высокостабильную задающую систему и систему синхронизации. Радары работают с несколькими режимами излучения, обеспечивающими высотное разрешение от 10 до 100 км. С помощью имеющихся инструментов получены ионосферные данные за 23-й цикл солнечной активности, включающие высотно-временные параметры ионосферы во время трех солнечных затмений и сильных геомагнитных бурь 1998 - 2006 г.г.

# Збірник анотацій

## ЗАПРОШЕНІ ДОПОВІДІ

1. "НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ ИРЭ НАНУ",

**Александр Когут**, канд. физ.-мат.наук, ст. науч. сотр. отдела Радиофизики твердого тела, ИРЭ НАНУ, г. Харьков.

Представлены данные об оригинальных разработках, проводимых в Институте радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины, которые образуют круг приоритетных прикладных направлений исследовательской тематики Института и устанавливают возможность создания новой технопарковой зоны в рамках проведения инновационных процессов в науке.

2. " НЕОДНОРОДНЫЕ ВОЛНЫ В ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ПЛАЗМЕ ",

**Алексей Александрович Булгаков**, доктор наук, профессор, ст. науч. сотр. отдела Радиофизики твердого тела, ИРЭ НАНУ, г. Харьков.

3. "ФОРМИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЯРКИХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ПУЧКОВ"

**Владимир Абрамович Кушнир**, доктор физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., начальник лаборатории Национального научного центра "Харьковский физико-технический институт", г. Харьков.

Доклад посвящен анализу современного состояния научных исследований в одном из наиболее динамичных направлений физики пучков заряженных частиц – формированию в линейных резонансных ускорителях электронных пучков с высокой яркостью.

Применение релятивистских электронных пучков для генерации коротковолнового электромагнитного излучения, включая различные типы лазеров на свободных электронах и источники на основе обратного Комптоновского рассеяния, требует высокоэнергетичных электронных сгустков, обладающих уникальными свойствами. Такие сгустки одновременно должны быть короткими ( менее 10<sup>-3</sup> м), интенсивными ( ~ 10<sup>3</sup> А) и обладать малым эмиттансом. Электронные пучки с высокой яркостью играют исключительно важную роль при разработке новых методов ускорения частиц, в частности, методов, основанных на возбуждении кильватерных полей в плазме, и создании линейных коллайдеров. Повышение яркости пучка является весьма важной практической задачей и при разработке линейных ускорителей с большой (более 10 кВт) средней мощностью релятивистского пучка.

Современные требования к качеству электронного пучка стимулировали интенсивные исследовательские работы в следующих направлениях: создание новых инжекторных систем, включая высокочастотные источники электронов (ВЧ пушки), исследование и реализация методов продольной компрессии электронных сгустков, разработка новых методов диагностики параметров пучков с высокой яркостью. В докладе описаны различные подходы к генерации и формированию ярких электронных пучков высокой энергии, приведен их сравнительный анализ и примеры их практической реализации.

4. " МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ БИОМОЛЕКУЛ – ИСТОРИЯ НАУЧНОГО УСПЕХА "

**Марина Вадимовна Косевич**, доктор наук, отдел биофизики, Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины, г. Харьков.

На примере тридцатилетней истории развития биологической масс-спектрометрии [1, 2] продемонстрирован ход научной мысли, приведший к успешному решению весьма нетривиальной задачи перевода термически нестабильных биомолекул в газовую фазу в неразрушенном состоянии. Показано, как многочисленные попытки использования различных физических процессов для ионизации и десорбции биомолекул – полевой ионизации и десорбции, лазерной десорбции, распыления вторичных ионов различными видами ускоренных частиц, полевого испарения ионов из растворов, термоспрея – привели к выбору двух наиболее эффективных методов – марично-активированной лазерной десорбции-ионизации и электроспрея (электро-распыления растворов), отмеченных в 2002 году Нобелевской премией. Создание этих методов существенно расширило возможности молекулярно-биофизических исследований [2, 3] и обеспечило появление новой области науки – протеомики. Будут приведены примеры наиболее ярких достижений масс-спектрометрии в области биофизики [3]: исследование конформаций биомолекул в газовой фазе, установление механизмов межмолекулярных взаимодействий в супрамолекулярных комплексах, визуализация и картирование распределения веществ в клетках и срезах тканей, применения в нанобиотехнологии.

1. Косевич М.В., Шелковский В.С. Прогресс техники биомедицинского масс-спектрометрического эксперимента как пример влияния потребностей общества на развитие науки // Вісник Харківського університету N 4 97, Біофізичний вісник, вип. 2 . - 2000 . - С . 84-99.
2. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. - М.: Бинум, 2003. 493 с.
3. Kaltashov I.A., Eyles S.J. Mass spectrometry in Biophysics. Conformation and dynamics of biomolecules. – USA : Wiley-Interscience, 2005. – 458 p.

## МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ АНОДНЫХ БЛОКОВ МАГНЕТРОНОВ

К.М. Басрави, А.И. Экезли, Г.И. Чурюмов

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*  
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14  
e-mail: g.churyumov@ieee.org

Для адекватного математического моделирования нелинейных процессов в магнетронных генераторах важным является этап определения параметров "холодной" резонансной электродинамической структуры. К числу таких параметров, в первую очередь, относятся дисперсионная характеристика, волновое сопротивление, собственная и нагруженная добротности, эквивалентная емкость и индуктивность резонатора и т.д. В силу разных причин теоретическое определение указанных параметров, в большинстве случаев, является затруднительным (например, для анодных блоков со связками). Поэтому эксперимент является единственно возможным путем определения их количественных значений.

В данном докладе проводятся измерения "холодных" параметров магнетронов по схеме двухполюсника (метод отраженного сигнала) с использованием панорамного измерителя КСВН Р2-61. В этом случае процесс измерений частоты и КСВН является полностью автоматизированным в широкой полосе частот. В качестве объекта измерения выступает анодный блок магнетрона (с экранами и без них), анодный блок магнетрона с имитатором катода, магнетрон в собранном виде, а также выходные устройства магнетрона. Такой подход позволяет определить не только частоты рабочих видов (например,  $\pi$ - вида и ближайших), но также и частоты паразитных видов колебаний.

Предлагаемая методика апробирована для магнетронов X и S диапазонов как непрерывных, так и импульсных. Результаты моделирования сопоставлены с экспериментальными данными и получено хорошее их совпадение.

### АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Деревянко А.В., Починок А.В., Силкин М.Ю.

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина*  
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4  
e-mail: derevyanko@pht.univer.kharkov.ua

Технический прогресс влечет за собой повышение интереса к исследованию пленочных структур наноразмерного диапазона и сфер их применения, что обусловлено их необычными физическими свойствами.

Для получения качественных покрытий в ходе нанесения слоя необходимо контролировать множество параметров наносимой пленки: толщина, химический состав, пористость, плотность, адгезия, износостойкость, твердость, шероховатость, внутренние напряжения и др.

Стремление обеспечить максимальный контроль параметров процесса ведет к росту информационных потоков в системах нанесения, что требует создания эффективных и

надежных алгоритмов обработки информации, а также специфического аппаратного обеспечения.

Для решения указанных выше проблем и задач был произведен обзор систем автоматизации процессов напыления и на основании обобщенных данных была создана интегрированная иерархическая система контроля и управления нанотехнологическими процессами с распределенной обработкой информации. Аппаратной основой системы является микропроцессорное устройство выделения и первичной обработки информации поступающей от интеллектуальных датчиков в динамике процесса осаждения.

Автоматизированная система управления имеет двухуровневую структуру: на верхнем уровне находится ЭВМ с установленным соответствующим программным обеспечением. Нижний уровень представляет собой контроллер, соединенный с помощью промышленной шины RS-485 с необходимыми датчиками, позволяющими контролировать основные функциональные и оперативные параметры: аналого-цифровыми и цифро-аналоговыми преобразователями, различными датчиками определения толщины нанесенного покрытия, такими как резистивный и кварцевый измерители.

Для обработки полученных данных было написано специализированное программное обеспечение, которое разделяется на ПО микроконтроллеров, входящих в состав системы и пользовательского ПО, установленного на ПЭВМ. Передача данных между модулями осуществляется с помощью шины USB по специально разработанному протоколу. ПО позволяет отображать все необходимые оператору параметры в режиме реального времени, а также сохранять полученные данные в удобном формате для дальнейшей обработки во внешних математических пакетах. При тестировании система показала хорошие результаты и введена в эксплуатацию.

## **РАСЧЁТ СОБСТВЕННОГО КВАЗИСТАТИЧЕСКОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗАРЯДА, ДВИЖУЩЕГОСЯ ПРОИЗВОЛЬНО В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КАМЕРЕ ДРЕЙФА.**

Г.М. Горбик, К.В. Ильенко

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

В задачах динамики и устойчивости сильноточных электронных пучков, распространяющихся в волноведущих структурах необходимо уметь вычислять силы, действующие на электроны пучка со стороны наведенных ими поверхностных заряда и тока (последний важен для учёта релятивистских эффектов). Для их определения необходимо в первом приближении вычислять собственные магнитные поля электронов, движущихся произвольно в камере дрейфа.

В данной работе методом функций Грина в кулоновской калибровке найдено решение для квазистатического (квазистационарного) векторного потенциала, возбуждаемого в цилиндрической камере дрейфа с идеально проводящими стенками произвольной плотностью тока, удовлетворяющей уравнению непрерывности. Найденные функции Грина представлены в виде разложения по собственным функциям уравнения Лапласа в цилиндрической системе координат с граничными условиями Дирихле и Неймана. На основании полученных выражений для потенциалов найдено выражение для собственного магнитного поля электрона.

В ходе отыскания решения предложен метод, позволяющий свести векторную задачу к системе скалярных уравнений Лапласа в цилиндрической системе координат.

## ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ УБИТРОНА В РЕЖИМЕ МАГНИТОСТАТИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА

В.А. Горяшко, К.В. Ильенко

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

На сегодняшний день существующие убитроны, также называемые лазерами на свободных электронах, реализуют генерацию и усиление когерентного электромагнитного излучения почти во всем спектре, простирающемся от радиоволн до рентгеновского диапазона [O'Shea P.G., Freund H.P. // Science - 2001. - 292, № 8. - P.1853-1858]. Принцип действия этого устройства состоит в когерентном излучении электромагнитных волн (слабо)релятивистским электронным пучком, распространяющимся вдоль волноводной структуры в неоднородном магнитном поле накачки: пространственно-периодическое поперечное (ондуляторное) и однородное продольное магнитное поле.

Сформулированы и численно решены уравнения нелинейной теории гибридного планарного убитрона в режиме усилителя монохроматических сигналов. Проанализирован процесс распространения и нарастания электромагнитного поля в режиме магнитостатического резонанса (выполнено условие внутреннего траекторного резонанса электронов в неоднородном магнитном поле накачки). Исследованы увеличение инкремента нарастания ВЧ сигнала по мере приближения к магнитостатическому резонансу и зависимость оптимальной длины волны усиления на ондуляторном синхронизме от величины поля накачки. Показана возможность реализации относительно высокого КПД на циклотронном синхронизме благодаря неизохронности колебаний электронов. Полученные результаты сравниваются с экспериментальными данными [Grossman A., Marshall T.C., Schlesinger S.P. // Phys. Fluids. - 1983. - 26, № 1, - P. 337-343] и дополняют аналитическое слабосигнальное описание [Горяшко В.А., Ильенко К.В., Опанасенко А.Н. // Радиофизика и электроника. – 2006. – 11, № 3, в печати.].

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ПАРАМЕТРЫ НЕОСНОВНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ИХ БАЗОВЫХ КРИСТАЛЛАХ

М.В. Кириченко<sup>1</sup>, Р.В. Зайцев<sup>1</sup>, Н.В. Дейнеко<sup>1</sup>, В.Р. Копач<sup>1</sup>, В.А. Антонова<sup>2</sup>, А.М. Листратенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»  
61002, г. Харьков, ул. Фрунзе 21*

<sup>2</sup>*Государственное предприятие «Научно-исследовательский технологический институт  
приборостроения», 610010, г. Харьков, ул. Примакова, 40/42  
e-mail: kirichenko\_mv@mail.ru*

Время жизни  $\tau$  и диффузионная длина  $L$  неосновных носителей заряда в базовом кристалле (БК) фотоэлектрического преобразователя (ФЭП) с р-п гомопереходом относятся к ключевым параметрам, определяющим КПД прибора. Ранее, при разработке отечественных монокристаллических кремниевых ФЭП, величины  $\tau_n$  и  $L_n$  в БК таких ФЭП практически не контролировались, что препятствовало обстоятельному выяснению причин их более низкого КПД по сравнению с лучшими зарубежными аналогами. Задачей работы являлось исследование этих параметров на стадии оптимизации конструктивно-технологического решения ФЭП указанного типа с использованием усовершенствованной методики определения  $\tau_n$  и  $L_n$  по спаду

напряжения холостого хода ФЭП после отсечки светового потока, падающего на их фронтальную поверхность.

Исследовались ФЭП с  $n^+ - p - p^+$  структурой на основе БК кремния марки КДБ-10 толщиной  $t = 300 \pm 120$  мкм. Время  $\tau_d$  термодиффузионного формирования  $n^+$ - и  $p^+$ -слоев составляло от 1 часа до 2 часов при  $1000^\circ\text{C}$ . Приведены полученные по указанной методике результаты исследования величин  $\tau_n$  и  $L_n$  в зависимости от  $t$  и  $\tau_d$ , которые позволяют сделать вывод, что наиболее оптимальными для повышения эффективности работы ФЭП являются  $t \leq 200$  мкм и  $\tau_d = 2$  часа.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ И ЭЛЕКТРОННЫХ ПАРАМЕТРОВ БАЗОВЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ КРЕМНИЯ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКОГО И НАЗЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

М.В. Кириченко<sup>1</sup>, И.Т. Тымчук<sup>2</sup>, В.А. Антонова<sup>2</sup>, Н.П. Клочко<sup>1</sup>, В.Р. Копач<sup>1</sup>, А.М. Листратенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»  
61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21*

<sup>2</sup>*Государственное предприятие «Научно-исследовательский технологический институт приборостроения», 610010, г. Харьков, ул. Примакова, 40/42  
e-mail: kirichenko\_mv@mail.ru*

Актуальными задачами по совершенствованию конструктивно-технологического решения кремниевых фотоэлектрических преобразователей (Si-ФЭП) для улучшения их характеристик являются: создание эффективной системы захвата света базовым кристаллом (БК) и обеспечение его устойчивости к радиационному и фотонному воздействиям. Решение этих задач применительно к отечественным монокристаллическим Si-ФЭП было целью настоящей работы.

Приведены результаты исследований спектральной зависимости коэффициента отражения  $R(\lambda)$  в видимой области спектра для различных типов текстуры („инвертированные пирамиды” и „V-канавки”) фотоприемной поверхности монокристаллических кремниевых пластин, а также выходных и диодных (ВД) параметров ФЭП с Si-БК p- и n-типа проводимости. На основании анализа зависимостей  $R(\lambda)$  обоснован выбор оптимального типа текстуры фотоприемной поверхности Si-БК („инвертированные пирамиды”) для отечественных ФЭП космического и наземного применения, обеспечивающей  $R < 5\%$  при  $\lambda = 0,4-0,8$  мкм. Путем сопоставления ВД параметров ФЭП с Si-БК p- и n-типа проводимости обоснована целесообразность создания высокоэффективных отечественных монокристаллических Si-ФЭП наземного применения на основе легированного фосфором кремния n-типа с удельным сопротивлением 1-2 Ом·см.

## **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ P-N ПЕРЕХОДАМИ**

М.В. Кириченко, Р.В. Зайцев, Л.П. Шуба, С.В. Шрамко, В.Р. Копач

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

Напряжение холостого хода  $U_{xx}$  серийных образцов отечественных монокристаллических кремниевых фотоэлектрических преобразователей (Si-ФЭП) с p-n-переходом, расположенным перпендикулярно падающему свету, при  $25^\circ\text{C}$  и облучении заатмосферным солнечным светом не превосходит 635 мВ, что является одной из причин, ограничивающих их КПД на уровне 14

%. Радикальним способом увеличения КПД Si-ФЭП может явиться использование в условиях концентрированного солнечного излучения высоковольтных ФЭП типа «фотовольт», состоящих из последовательно состыкованных в едином блоке диодов с вертикальными p-n переходами. Поэтому задачей работы являлось изучение выходных параметров (ВП) Si-ФЭП типа «фотовольт» стандартной конструкции в зависимости от степени концентрации  $K_{\text{и}}$  солнечного излучения на его фронтальной поверхности, направленное в конечном счете, на разработку усовершенствованных ФЭП указанного типа с улучшенными характеристиками.

Исследовались Si-ФЭП типа «фотовольт», состоящие из 32 последовательно состыкованных элементарных диодных ячеек (ЭДЯ) с  $n^+p-p^+$  структурой толщиной 150 мкм каждая и с площадью фронтальной поверхности 2 см<sup>2</sup>. Их ВП определялись по нагрузочным световым вольт-амперным характеристикам, измеренным при 25 °С и изменении  $K_{\text{и}}$  от 1 до 16. С учетом полученных результатов проанализированы варианты разработки усовершенствованных ФЭП типа «фотовольт» на основе ЭДЯ с барьерами Шоттки, для образования которых предполагается использовать контакт кремния с низкотемпературными силицидами металлов.

### **НИЗКОВОЛЬТНАЯ МАГНЕТРОННО – ИНЖЕКТОРНАЯ ПУШКА ДЛЯ ГИРОТРОНА 3 САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН**

Кулешов А.Н., Ефимов Б.П., Завертанный В.В.

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

Эффективными источниками когерентного излучения миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов являются гирорезонансные приборы, в которых для эффективного преобразования энергии электронного пучка в энергию СВЧ поля требуется, чтобы энергия вращательного движения электронов была в два-четыре раза больше энергии поступательного движения. Разработка таких приборов, как правило, распадается на решение двух задач: формирование и транспортировка через рабочую область электронного потока заданной конфигурации и выбор электродинамической структуры. Решение первой задачи реализуется с использованием магнетронно-инжекторных пушек.

В работе проведено исследование формирования полых электронных пучков магнетронно-инжекторными пушками, разработана пушка на ускоряющее напряжение до 6 кВ, ток до 300 мА с отношением энергий орбитального и поступательного движений 2 – 4 для гиротрона 3-х см диапазона волн. Приведены электрические характеристики данной пушки, полученные при испытаниях на лабораторном стенде.

### **ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХРЕШЕТКИ БЕЗ РАЗРЫВОВ ЗОН ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ИНЖЕКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В КВАНТОВО-КАСКАДНЫХ СТРУКТУРАХ**

М.В. Клименко, С.В. Петров, И.М. Сафонов, А.В. Шулика

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

В настоящее время существует большой практический интерес к излучению ТГц диапазона частот. Очень перспективными для генерации или детектирования излучения этого диапазона являются квантово-каскадные структуры.

В этой работе предлагается использовать сверхрешетку без разрывов зон для эффективной инжекции носителей заряда в активную область квантово-каскадного лазера. Такая сверхрешетка не имеет разрывов края одной из зон на гетерогранице, но обладает пространственной зависимостью эффективной массы. В работе исследуется спектр коэффициента прохождения электронов в сверхрешетке без разрывов зон. Результаты показывают, что в таких структурах в баллистическом пределе может наблюдаться эффект Брегга для носителей заряда, который обусловленный периодическим изменением эффективной массы в пространстве. Этот эффект предлагается использовать в качестве альтернативы туннельной инжекции. В работе показано, что инжектор, основанный на сверхрешетке без разрывов зон, позволяет более эффективно создавать инверсию населенностей в активной области за счет интенсивной разгрузки нижнего лазерного уровня и блокирования утечки носителей с лазерного уровня.

## **СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫХ ПЛЕНОК СУЛЬФИДА КАДМИЯ**

Т.А. Ли, Н.П. Клочко

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»  
62001, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21  
e-mail: [li\\_tatiyana@mail.ru](mailto:li_tatiyana@mail.ru)*

Неотъемлемой частью современных тонкопленочных фотоэлектрических преобразователей на базе диселенида меди и индия и на базе теллурида кадмия являются слои сульфида кадмия толщиной 20 – 100 нм, которые играют роль буфера между базовым слоем и прозрачным электродом. Данная работа посвящена исследованию структуры, электрических и оптических свойств электроосажденных пленок CdS. Структурный анализ производился рентген-дифрактометрическим методом. Для определения электрических свойств использовали темновые вольт-амперные характеристики (ВАХ) пленок. Оптические свойства исследовали методом спектрофотометрии.

Как показали исследования, свежееосажденные пленки имели нанокристаллическую структуру. На дифрактограммах наблюдались пики малой интенсивности, сформированные плоскостями (100), (002) и (101) CdS гексагональной модификации и, возможно, плоскостью (111) CdS кубической модификации. Исходные пленки CdS обладали высокой концентрацией энергетических ловушек и низкой подвижностью основных носителей заряда, что подтверждало несовершенство структуры пленок и малый размер их зерен. После высокотемпературного точечного нагрева, вызванного электрическим пробоем в процессе измерения ВАХ, обнаружено усовершенствование электронных параметров данного полупроводникового материала. Оптический анализ выявил, что электроосажденные пленки характеризуются прямыми разрешенными оптическими переходами и обладают характерными для сульфида кадмия значениями ширины запрещенной зоны.

## **УСИЛИТЕЛЬ КЛАССА E В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ НА ЧАСТОТУ 2,4 ГГц**

Д.Г. Макаров<sup>1</sup>, В.В. Крыжановский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Донецкий Национальный Университет, 83055, г. Донецк, ул. Университетская, 24*

<sup>2</sup>*Университет информатики и коммуникаций, Тейджон, Республика Корея*

e-mail: [den\\_maklaud@mail.ru](mailto:den_maklaud@mail.ru)

Развитие систем связи требует выполнения однокристалльных приемопередатчиков по дешёвой КМОП технологии. В то время как узлы приёмника успешно реализуются в

інтегральному виконанні, інтеграція одного з основних компонентів – усилителя потужності (УМ), що споживає більшу частину енергії, залишається нетривіальною задачею.

У роботі було проведено розрахунок і моделювання СВЧ УМ класу Е на частоту 2,4 ГГц, виконаного за 0,18-мкм КМОП технологією. Апарат представляє собою двохкаскадний диференціальний УМ. Перший каскад посилює вхідний сигнал до рівня, достатнього для ефективного управління вихідним каскадом і зменшення втрат при не повному переключенні. Як вихідний каскад застосовується УМ класу Е з паралельною контурою. Замість котушок індуктивності застосовуються інтегральні спіральні котушки з низькою добротністю використовуються проволочні індуктивності, що дозволяє зменшити кількість пасивних компонентів і спростити схему. Вихідний каскад побудований за каскадною схемою для запобігання пробоя транзистора через низьку пробивну напругу для даної технології. Розмір транзистора оптимізувався за взаємно виключаючими параметрами – вихідною ємністю і опором в відкритому стані. Моделювання проводилося в програмі ADS. В результаті моделювання отримані наступні характеристики: вихідна потужність 0,49 Вт, ККД за доданою потужністю 62% при напрузі живлення 1,2 В. Передбачається виготовлення зразка мікросхеми.

## **КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ФАЗЫ СИГНАЛОВ**

Е.В. Мицук

*ФГУП «НПП «Циклон – Тест», Фрязино, Московская область, Россия*  
e-mail: [fyodor\\_shch@mail.ru](mailto:fyodor_shch@mail.ru)

Проведено аналіз різних підходів до розрахунку кратковременної нестабільності фази сигналу генератора. Показано, що широко використовувана зв'язь між спектрами частоти  $f$  і фази  $\varphi$  має місце лише в тому випадку, коли диференційованість середньквдратичного  $\varphi(t)$ , тобто коли спектральна густина флюктуацій фази  $S_{\varphi}(\omega)$  зменшується з частотою швидше, ніж  $\omega^{-3}$ . Тому відома формула Аллена для дисперсії  $\sigma_{\Delta\varphi}^2$  не може використовуватися при розрахунку кратковременної нестабільності фази в усіх практично важливих випадках – для частотного шуму випадкових блукданій дисперсія залежить від граничної частоти аналізу.

У роботі отримано співвідношення для оцінки  $\sigma_{\Delta\varphi}^2$ , що дозволяє розраховувати кінцевий результат при всіх відомих залежностях  $S_{\varphi}(\omega) = S_n/f^n$ ,  $n = 0,1,2,3$ .  $T$  – тривалість інтервалу, на якому усереднюється часовий процес  $\varphi(t)$ .

На основі отриманої формули можна проводити порівняння кратковременних нестабільностей фази довільних генераторів СВЧ. При цьому відсутня необхідність задавати величину граничної частоти аналізу.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ КРЕМНІЄВИХ НАНОВІСКЕРІВ У ГАЛУЗІ ТВЕРДОТІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ.**

Ю.Ю. Мокляк, А.І. Клімовська, Ю.М. Литвин

*Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України*  
03028, м. Київ, проспект Науки, 41  
e-mail: [moklyak\\_yu@rambler.ru](mailto:moklyak_yu@rambler.ru)

У даній роботі досліджуються системи кремнієвих нановіскерів, отриманих за допомогою методу метало-каталітичного хімічного осадження на кремнієві підкладки. Деякі з цих структур в процесі росту були леговані фосфором. Структура нановіскерів досліджувалася за допомогою

скануючої електронної мікроскопії, дифракції рентгенівських променів та мас-спектроскопії. Електронна польова емісія з даних структур досліджувалася при кімнатній температурі в надвисокому вакуумі. Виміри проводилися з використанням плоско-паралельної діючої комірки. При полях менших  $10^5$  В/см вольт-амперні характеристики задовольняють залежності Фаулера-Нордгейма. З підвищенням прикладеної напруги при кімнатній температурі виявлено ступінчасте зростання струму польової емісії. Обговорюються можливі механізми для пояснення даного явища.

## **СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОНА В СКРЕЩЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И МАГНИТНОМ ПОЛЯХ**

Р.А. Перевертайло, Ю.Л. Старчевский, Г.И. Чурюмов

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, г. Харьков, пр-т. Ленина, 14  
e-mail: starchevskiy@yahoo.com*

Проблема создания новых и повышения эффективности существующих электронных приборов СВЧ требует более глубокого понимания процессов обмена энергией между электронным потоком и электромагнитным полем. В основе такого обмена лежит способность движущихся заряженных частиц (электронов) излучать электромагнитную энергию. Накопление энергии излучения в электродинамической структуре обеспечивает устойчивую генерацию электромагнитных колебаний с заданными характеристиками.

В данной работе рассматривается излучение электрона, который движется в скрещенных статических электрическом и магнитном полях, в области между коаксиально расположенными катодом и анодом. Результатом движения электрона в данной области является возбуждение вихревого электромагнитного поля, которое определяется на уровне анода (см. Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. Теория поля. – М.: Наука, 1967. – 458 с.). Детальный спектральный анализ излучения электрона показывает, что спектр имеет сложную структуру с отчетливо выраженными двумя характерными максимумами. Первый максимум соответствует частоте оборотов электрона вокруг катода, а второй - соответствует частоте циклотронных колебаний. Погрешность определения частот в спектре излучения не превышает 2 %.

Полученный результат можно использовать для анализа процесса возбуждения колебаний в резонансной системе магнетрона на начальном этапе развития генерации (предгенерационный режим).

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИФFUЗИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ В ГЕТЕРОФАЗНЫХ МАТЕРИАЛАХ**

А.С. Посухов, В.Е. Семененко, Н.Г.Стервиедов

*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина  
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4  
e-mail: posuhov@pht.univer.kharkov.ua*

Эксплуатационные характеристики большинства конструкционных материалов определяются диффузионной проницаемостью, расположением и типом межфазных границ. Однако оценить скорость диффузии непосредственно по границам мелкодисперсных фазовых выделений с помощью широко известных методов (автордиографического, снятия слоев и др.) оказывается невозможным из-за их малой разрешающей способности. Поэтому, в данной работе выбран абсорбционный метод определения диффузионной проницаемости в in situ-композитах. Установлено, что при малых коэффициентах диффузии (глубина диффузии ( $h$ ) мала) можно

получить надежные результаты только в случае малой толщины слоя радиоактивного изотопа ( $a$ ), т.е.  $a \ll h$ . При этом мы избегаем самопоглощения излучения. Определено, что при глубине диффузии  $\sim 10$  мкм, толщина радиоактивного слоя не должна превышать 0,5 мкм.

Сконструирован кварцевый измеритель толщины осаждаемой в процессе вакуумного напыления пленки. Определено, что при напылении изотопа на кварцевый датчик, частота последнего спадает за счет того, что разность между начальной и конечной частотами пропорциональна изменению массы кварцевого датчика, и, соответственно, толщине напыляемого слоя.

## **МЕТОД РАСШИРЕНИЯ ЧАСТОТНОЙ ПОЛОСЫ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ**

В.А. Принцовский, В.Г. Крыжановский

*Донецкий национальный ун-т, Украина, 83055 Донецк, ул. Университетская, 24  
e-mail: apex@dongu.donetsk.ua*

В настоящее время к современным высокоэффективным усилителям мощности (УМ) помимо высокого КПД и коэффициента усиления предъявляют требование повышенной широкополосности, которое позволит увеличить диапазон рабочих частот УМ и тем самым даст дополнительные качества системам, в которых они применяются.

В высокоэффективных усилителях в качестве выходных согласующих цепей применяют резонансные цепи, реализующие условия фильтрации высших гармоник и определенные условия на основной частоте, зависящие от режима работы (классы E, F, F<sup>-1</sup>). В работе предлагается метод увеличения частотного диапазона высокоэффективных УМ работающих в режиме класса E посредством реализации двойного условия переключения с нулевым напряжением в заданном частотном диапазоне на двух близлежащих частотах. Для этого, вместо ранее известной однорезонансной выходной согласующей цепи класс E применяется цепь более высокого порядка позволяющая получить требуемое значение нагрузочного импеданса транзистора удовлетворяющего соотношению класса E на двух близлежащих частотах. Таким образом, в рабочей полосе УМ будут реализованы два высокоэффективных режима работы, что расширит частотную полосу устройства.

Были спроектированы и промоделированы два усилителя класса E на сосредоточенных элементах с рабочей частотой 1МГц и на линиях с распределенными параметрами на частоту 800МГц. Экспериментальный образец с использованием транзистора ПТШ CLY5 был сделан и исследован. Частотные характеристики показали, что представленный УМ имеет расширенную частотную полосу - 36% в сравнении с ранее разрабатываемыми усилителями класса E - 20% и обладает относительно равномерным уровнем выходной мощности в рабочей полосе частот.

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ДЛЯ АНТЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

К.П. Сиренко, А.В. Варавин, И.В. Попов

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

В работе рассмотрена предлагаемая оригинальная система управления шаговыми двигателями. Она реализует микрошаговый режим и режим форсировки, что позволяет

существенно увеличит приводной момент двигателя, избавится от вибрации, характерной для такого вида двигателей, и увеличит разрешающую способность позиционирования до 40 тысяч устойчивых положений на 1 оборот. Данная система устраняет большинство недостатков, свойственных шаговым двигателям, и существенно расширяет спектр их применения в научных исследованиях. Работа системы проиллюстрирована при проведении антенных измерений с использованием разработанных устройств кругового и трехкоординатного сканирования распределения электромагнитного поля.

## **ВОЗНИКНОВЕНИЕ НЕУСТОЙЧИВОСТЕЙ ЗАРЯДА В ДИОДАХ ГАННА НА ОСНОВЕ ВАРИЗОННОГО $\text{GaP}_{x(z)}\text{As}_{1-x(z)}$**

И.П.Стороженко<sup>1,2</sup>, Е.Н.Животова<sup>1</sup>, В.А.Тиманюк<sup>1</sup>, Ю.В. Аркуша<sup>2</sup>, Э.Д. Прохоров<sup>2</sup>

*Национальный фармацевтический университет  
ул. Пушкинская, 53, г. Харьков, 61002, Украина*

<sup>2</sup>*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61077, Украина  
e-mail: [storozhenko\\_igor@mail.ru](mailto:storozhenko_igor@mail.ru)*

С помощью двухтемпературной модели междолинного переноса электронов (МПЭ) в варизонном полупроводнике исследовано зарождение и дрейф волн объёмного заряда в диоде Ганна на основе варизонного  $\text{GaP}_{x(z)}\text{As}_{1-x(z)}$ . Показано, что в варизонных диодах существуют эффекты, которых нет в диодах на основе однородных по составу полупроводников. Зависимость энергетического зазора между центральной и ближайшей к ней по энергии боковой долиной от координаты  $\Delta(z)$  приводит к появлению подвижного электрического диполя, вектор поляризованности, которого по направлению совпадает с градиентом  $\Delta(z)$ . В диодах на основе варизонных полупроводников с возрастающей  $\Delta(z)$  следует ожидать повышение выходной мощности и предельных рабочих частот. В  $\text{GaP}_{0,35}\text{As}_{0,65}\text{-GaAs}$  диодах существует эффект зависимости глубины проникновения домена в активную область от напряжения из-за чего пролётная частота меняется в интервале 30...48 ГГц. В  $\text{GaP}_{0,35}\text{As}_{0,65}\text{-GaAs}$  диодах из-за координатной зависимости подвижности электронов в боковых долинах существует эффект ускорения дрейфа дипольного домена при его пролёте от катода к аноду. В варизонных диодах размеры домена зависят от толщины варизонного слоя  $l_v$ . При возрастании  $l_v$  растёт длина области начального разогрева электронов. В  $\text{GaP}_{0,35}\text{As}_{0,65}\text{-GaAs}$  диодах при  $l_v < 1,5...1,8$  мкм образуется статичный домен.

**СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ МІКРОХВ. ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА**

**ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ  $Si/Si-O_y-Si_{4-y}$   
ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

О.Ю.Черноног, Р.М.Балабай

*Криворізький державний педагогічний університет  
50086, м. Кривий Ріг, пр. Гагаріна, 54  
e-mail: charly-15@mail.ru*

Інтерес до структури окис-напівпровідник підтримується активним розвитком елементів оперативної пам'яті на MOS-структурах і елементів пам'яті довготривалого зберігання на SNOS-, SONOS-структурах, що базуються на Si. Саме тому в останні роки активно досліджується атомна будова і хімічний склад границі розділу  $Si/Si-O_y-Si_{4-y}$  ( $1 \leq y \leq 4$ ) з товщиною діелектричного шару не більше 10 нм. Мікроскопічні розміри системи ускладнюють експериментальні дослідження і тому існує ряд нез'ясованих питань щодо її структури.

Засобами комп'ютерного моделювання нами створено модель системи  $Si/Si-O_y-Si_{4-y}$  з товщинами шарів по 16.26 Å. Для дослідження атомної будови використовувався статистичний метод Монте-Карло. Досліджено наступні структурні характеристики: функція радіального розподілу  $G(r)$ , трьохчастинкова кореляційна функція  $G(\cos\theta)$ , містковий кут Si-O-Si між тетраедрами, розташування атомів в перерізах, просторова картина розміщення атомів, встановлення наявності преципітатів як фрактальних кластерів. В результаті моделювання одержали розподіл кутів зв'язку Si-O-Si від 114° до 150° з максимумом поблизу 144° в області стехіометричного  $SiO_2$ . Біля границі розділу величина місткового кута становить ~120°. Перший пік функції радіального розподілу  $G(r)$  дорівнює 4. Вже у других координаційних сферах в  $Si-O_y-Si_{4-y}$  спостерігаються значні відхилення від впорядкованості. Порядок у розташуванні атомів Si та O зникає, починаючи з відстані ~1 нм від центрального атому.

**КОРОТКОВОЛНОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ВОЗНИКАЮЩЕЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИЕ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА СОЛЕВЫЕ РАСТВОРЫ**

Хорунжий М.О., Кулешов А.Н., Ефимов Б.П.

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

Импульсные разряды в жидкостях нашли применение в качестве мощных источников звука, полезных при гидроакустических и гидрогеологических изысканиях; для создания мощных кумулятивных струй и др. В частности, в работе Flannigan D.J. & Suslick K.S. et. al. *Collapsing bubbles have not plasma core*. Nature 434, 52-55 (2005), /Article/ PubMed/ сообщается о плазмоиде, созданном в результате воздействия на жидкость энергии звуковой волны с частотой 20-40 кГц. При этом температура плазмоида, как оказалось, в 3 раза превысила температуру на поверхности солнца. Данное явление под названием сонолюминесценция изучается достаточно давно и рассматривается с позиций спонтанной фокусировки акустической энергии в непрерывную среду на молекулярно-атомно-электронные степени свободы и благодаря такому возбуждению может возникнуть световое излучение.

В нашей работе исследовано появление коротковолнового излучения при воздействии электрического тока на солевые растворы. На рентгеновской плёнке зафиксированы следы

ионизационного излучения. Создан экспериментальный макет для исследований явлений коротковолнового излучения, образующегося в момент появления ударной волны в солевом растворе под воздействием электрического разряда.

## **ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЛЕВОЙ ЭМИССИИ С МАССИВА КВАНТОВЫХ ТОЧЕК Ge/Si К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИК ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 0,3 ДО 10 МКМ**

Ю.М. Литвин, Ю.В. Мокляк

<sup>1</sup>*Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАН Украины  
030285, г. Киев, Проспект Науки, 29  
e-mail: litvin\_yurii@rambler.ru*

В случае приемников ИК излучения и приборов ночного видения проблема вытягивающих электродов в целом решена. Однако существует проблема создания однородных по размерам элементов с малыми габаритами, которые бы удовлетворяли условиям, когда векторы поляризации падающего света в ИК области и вектора электрического момента атома были бы параллельны. Если система не является искусственным атомом, то есть, латеральное квантование отсутствует, что имеет место при больших размерах объектов (>20 нм), тогда коэффициент поглощения для нормально падающего света равен нулю. В случае же, искусственных атомов (квантовых точек), где квантование имеет место, коэффициент поглощения света резко возрастает. Регулируя размеры искусственных атомов можно изменять расстояние между уровнями квантования и тем самым спектральную область поглощения света. Кроме того, можно добиться условия, когда светочувствительность будет иметь место даже при комнатной температуре. Решением этой задачи было создание массива квантовых точек Ge на Si(100), с размерами точек от 5 до 25 нм. С массивов квантовых точек была получена электронно-полевая эмиссия, при которой наблюдались квантово-размерные эффекты, и в частности, эффект резонансного туннелирования электронов. Наблюдалось усиление тока полевой эмиссии при воздействии на систему ИК в диапазоне от 0,3 до 10 мкм при комнатной температуре. Данный эффект подтверждает правомерность использования плоскопанельных полевых электродов на основе квантовых точек для создания высокоэффективных датчиков и визуализаторов ИК излучения.

## **ФАЗОВЫЙ МАНИПУЛЯТОР НА 180 ГРАДУСОВ НА PIN – ДИОДАХ**

Мазанова О.Н.

*ФГУП «НПП «Исток», Фрязино, Московская область, Россия  
E-mail: [fyodor\\_shch@mail.ru](mailto:fyodor_shch@mail.ru)*

Обоснован выбор схемы фазового манипулятора на pin - диодах со скачкообразным изменением фазы сигнала на 180 градусов. Разность фаз достигается с помощью дополнительного отрезка микрополосковой линии.

Предложена методика проектирования фазовых манипуляторов.

Измерены зависимости от частоты S – параметров pin - диода 2A553A-3 для случая последовательного его включения в 50 – омную линию передачи в двух ключевых режимах (U = 0 и U = 5 В) в диапазоне частот 1...18 ГГц.

Выполнена оптимизация параметров схем с целью снижения прямых потерь и проведен анализ фазо - частотных и амплитудно – частотных характеристик.

В работе проведено схемотехническое и топологическое проектирование ГИС ФМ на pin – диодах типа 2A553 с целью снижения прямых потерь.

Показано, что такой манипулятор в полосе частот 12...14 ГГц имеет потери не более 1 дБ и КСВН не более 1,5. Видно, что изменение фазы в рабочем диапазоне частот равно  $180 \pm 5$  градусов, прямые потери в обоих каналах не превышают – 1,4 дБ, а КСВН не более 1,7.

Разработан эскиз топологии манипулятора в гибридном интегральном исполнении. Размеры манипулятора 0.5x7x10 мм.

Приведены результаты экспериментального исследования фазового манипулятора.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОНОЛИТНОГО УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ НА ПТШ**

Е.О. Сафонова

*ФГУП "НПП «Исток-аудио», Фрязино, Московская область, Россия*

E-mail: [fyodor\\_shch@mail.ru](mailto:fyodor_shch@mail.ru)

Излагается методика расчета усилителей мощности на ПТШ, и результаты схемотехнического и топологического проектирования трехкаскадного монолитного усилителя.

Полевой транзистор с барьером Шотки описывается эквивалентной схемой, в которой определяющую роль при расчете усилителя мощности играют входная емкость  $C_{gs}$ , проходная емкость  $C_{gd}$ , сопротивление  $R_i$  и источник тока  $I_{ds}$ . При напряжениях питания транзистора  $U_{gs}=U_{gsk}$ ,  $U_{ds}=U_{dsk}$  и токах  $I_{ds}=I_{dsk}$  ( $k=1,2...N$ ) в интервале частот 0,05...18 ГГц измерялись S -параметры ПТШ и определялись малосигнальные параметры ПТШ. Подставляя значения емкостей из малосигнальной модели, определенные для напряжений  $U_{gsk}$ ,  $U_{dsk}$ , и сами напряжения в выражения для нелинейных зависимостей емкостей от напряжений, получаем величины параметров модели *Materka*. Таким образом, были рассчитаны параметры нелинейной модели трех ПТШ (ширина затвора  $W = 300$  мкм,  $W=1200$  мкм и  $W=4000$  мкм).

Контурная система каждого каскада усилителя в рабочей полосе частот в общем случае описывается реактивными согласующими элементами во входной ( $C_1, L_1$ ) и выходной ( $C_2, L_2$ ) цепях. Питание транзистора осуществляется от двух источников  $E_g$  и  $E_d$ .

В работе выполнено схемотехническое и топологическое проектирование трехкаскадного монолитного усилителя мощности в диапазоне частот 7,5...10,5 ГГц на подложке из GaAs толщиной 100 мкм. Разработанный монолитный усилитель имел параметры: выходная мощность по уровню компрессии 1дБ не менее 1 Вт; коэффициент усиления не менее 25 дБ; ширина полосы не менее 10 %; неравномерность коэффициента усиления в линейном режиме не более 0,5 дБ; размеры 3,7×1,7 мм.

## **ОКТАВНЫЙ ПОЛОСНО – ПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР СВЧ В ГИБРИДНОМ ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ**

И.В. Самсонова

*ФГУП «НПП «Исток», Фрязино, Московская область, Россия*

E-mail: [fyodor\\_shch@mail.ru](mailto:fyodor_shch@mail.ru)

Проведено теоретическое обоснование выбора структуры полосно–пропускающего фильтра (ППФ) в виде каскадного соединения фильтра высокой частоты (ФВЧ) и фильтра низкой частоты (ФНЧ). Показано, что подобная структура позволяет реализовать ППФ с октавной полосой пропускания.

Выполнено схемотехническое и топологическое проектирование ФВЧ и ФНЧ на планарных элементах: емкости реализованы в виде встречно штыревых конденсаторов и конденсаторов с плоско параллельными пластинами, а индуктивности – в виде узких микрополосковых отрезков линий. Показано, что для получения требуемых для фильтров емкостей с номиналами, превышающими 1 пФ, необходимо использовать сосредоточенные миниатюрные конденсаторы с высокими значениями диэлектрической постоянной керамики.

Разработана модель керамических конденсаторов и предложен метод расчета параметров модели на основе измерения  $S$  – параметров конденсаторов в диапазоне частот 0,5...18 ГГц и последующей обработки измерений с помощью метода наименьших квадратов.

Выполнены измерения амплитудно-частотных характеристик разработанного полосно – пропускающего фильтра в гибридном интегральном исполнении на подложке из поликора, показавшие, что в полосе частот 4..8 ГГц потери не превышают 0,5 дБ, а в полосе заграждения ослабление сигнала не менее 20 дБ. Размеры ППФ 0,5×7×12 мм.

## **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИС НА ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДЯЩЕЙ ПОДЛОЖКЕ**

И.В. Самсонова<sup>1</sup>, Е.О. Сафонова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГУП «НПП «Исток», Фрязино, Московская область, Россия,

<sup>2</sup>ФГУП «НПП «Исток-аудио», Фрязино, Московская область, Россия

E-mail: [fyodor\\_shch@mail.ru](mailto:fyodor_shch@mail.ru)

Одним из методов обработки высокотеплопроводного нитрида алюминия (теплопроводность AlN сравнима с теплопроводностью Al) является переплав поверхностного слоя керамики из нитрида алюминия в алюминий толщиной до 50 мкм. В работе предлагается способ изготовления гибридных интегральных схем (ГИС), который включает в себя следующие технологические операции:

- керамическую подложку из нитрида алюминия очищают от загрязнений;
- подложку помещают и закрепляют на рабочем столе установки лазерной обработки материалов "Лазерграф";
- с помощью программы AUTOCAD на компьютере создают файл заданной топологии ГИС;
- подключают компьютер к установке "Лазерграф";
- включают установку "Лазерграф" и по созданному в компьютере файлу изготавливают проводящие полоски заданной топологии путем сканирования по поверхности AlN лучом лазера;
- для защиты алюминия от окисления, на поверхность полосок из чистого алюминия в атмосфере азота химическим путем осаждают никель.

Для получения качественного переплава в работе выполнены теоретические расчеты отношения максимальной мощности лазера к минимальной скорости сканирования.

Способ позволяет получать рисунок топологии на керамических подложках с качеством обработки поверхности не ниже 7-го класса точности. Способ предназначен для изготовления ГИС усилителей мощности и корпусов для мощных транзисторов.

## **МОНОЛИТНЫЙ ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ НА ПТШ**

Ф.Е. Щербаков

ФГУП «НПП «Исток», Фрязино, Московская область, Россия

E-mail: [fyodor\\_shch@mail.ru](mailto:fyodor_shch@mail.ru)

Дальнейший этап миниатюризации устройств СВЧ - переходом от гибридных интегральных к монолитным интегральным схемам (МИС) на полевых транзисторах с барьером

Шотки (ПТШ). Одним из таких МИС, применяемых в современных АФАР, является двухканальный переключатель.

В работе приведена методика расчета параметров эквивалентной схемы отечественного ПТШ в ключевых режимах, основанная на измеренных в широкой полосе частот S - параметров транзистора и применении для обработки результатов измерения оптимизационных процедур и метода наименьших квадратов.

Предложена схема двухканального переключателя, содержащего в каждом канале один последовательно включенный и два параллельно включенных ПТШ, и выполнено его схемотехническое проектирование. Показано, что при мощности на входе переключателя 100 мВт в полосе частот 7...10,5 ГГц прямые потери не превышают 2 дБ, а затухание превосходит 30 дБ.

Для снижения прямых потерь и увеличения затухания предложено между параллельными ПТШ и последовательным ПТШ включать индуктивности. Оптимальная величина этих индуктивностей позволяет снизить прямые потери до 1 дБ.

Выполнено топологическое проектирование монолитного переключателя на арсенид – галлиевом кристалле толщиной 100 мкм.

Приведены результаты экспериментальных исследований амплитудно – частотных характеристик переключателя (АЧХ) и их сопоставление с расчетными АЧХ.

## **МОНОЛИТНЫЙ ПЯТИРАЗРЯДНЫЙ АТТЕНЮАТОР НА ПТШ С МИНИМАЛЬНЫМ ДИСКРЕТОМ ОСЛАБЛЕНИЯ 0,5 ДБ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 7...11 ГГц**

**О.С. Зуева**

*ФГУП «НПП «Исток», Фрязино, Московская область, Россия*

E-mail: [fyodor\\_shch@mail.ru](mailto:fyodor_shch@mail.ru)

На основе измеренных малосигнальных S – параметров (в диапазоне частот 0,5...18 ГГц) и вольтамперных характеристик полевых транзисторов с барьером Шотки (ПТШ) по предложенной в работе методике рассчитаны параметры нелинейной модели ПТШ, в которой учтены основные нелинейности внутренних емкостей и источников тока ПТШ. Такая модель ПТШ позволяет выполнить схемотехническое проектирование аттенюаторов при ключевых состояниях работы ПТШ и входном сигнале средней мощности.

Выполнен теоретический анализ схемы аттенюатора на трех ПТШ - ключах, позволяющих реализовать 7 нижних дискретов аттенюатора. Исследовано влияние на амплитудно – частотные характеристики аттенюатора ширины затвора ПТШ. Выполнено топологическое проектирование монолитного пятиразрядного аттенюатора на подложке из арсенида галлия с размерами 0,1x6x3 мм.

Экспериментально получены следующие параметры аттенюатора:

- рабочий диапазон частот: 7...11 ГГц,
- начальные потери: менее 3 дБ,
- минимальный дискрет затухания: 0,5 дБ,
- максимальное превышение затухания над начальными потерями: 15,5 дБ;
- максимальная входная мощность: 100 мВт;
- управляющие напряжения: 0, - 5 В;
- КСВН на входе и выходе: менее 1,5.

## БІОФІЗИКА

### ИСТОЧНИК ИОНОВ ДЛЯ МОНОПОЛЬНОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ $^{13}\text{C}$ -ДЫХАТЕЛЬНОГО ТЕСТА

А.С. Агафонова<sup>1</sup>, В.А.Сурков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт Электронной Физики НАН Украины,  
ул. Университетская 21, Ужгород 88017, Украина*

<sup>2</sup>*АО «SELMI», ул. Космосольская 68А, г. Сумы 40009, Украина  
e-mail: [sur@selmi.sumy.ua](mailto:sur@selmi.sumy.ua)*

Важной особенностью монопольного масс-спектрометра является сочетание динамического и статического механизмов разделения ионных пучков, что позволяет получать на монопольных масс-спектрометрах приемлемую, в большинстве случаев, разрешающую способность, используя менее прецизионные, чем в случае квадруполь, аналитическую систему и питающие напряжения. При этом, однако, ужесточаются требования к качеству ионных пучков, особенно если масс-спектрометр предназначается для изотопного анализа.

В работе предложена новая конструкция источника ионов открытого типа с сетчатым анодом для монопольного масс-спектрометра. В сравнении с традиционными источниками ионов такого типа, вырабатывающими ионы с разбросом по энергии около 10 eV, достигнуто эффективное вытягивание ионов из области ионизации при пониженном разбросе по энергии (около 0,2 eV) при одновременном формировании узкого пучка (диаметр 1,6 мм) с малой расходимостью (менее  $0,2^\circ$ ).

Конструкция источника ионов позволяет легко перенастраивать его для работы с молекулярными пучками и вакуумированными средами повышенного давления.

Источник ионов предполагается использовать в монопольных масс-спектрометрах типа MX7304 для контроля остаточной вакуумной среды, а также – в составе анализаторов изотопного состава углекислого газа выдыхаемого воздуха – для диагностики зараженности бактерией *helicobacter pilory*.

Расчет элементов источника ионов произведен с помощью программы моделирования электронно- и ионно-оптических систем SIMION 3D 7.0.

### РАМАН ИССЛЕДОВАНИЕ В→А СТРУКТУРНОГО ПЕРЕХОДА ДНК В ПРИСУТСТВИИ ЭТИДИЯ БРОМИДА

Ю.Н. Близнюк, Е.Б. Круглова

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

В работах [Karapetian A.T., Mehrabian N.M., Terzikian G.A. et al. Theoretical treatment of melting complexes of DNA with ligands having several types of binding states on helical and single-stranded DNA. // J. Biomol. Struc. & Dyn. 1996. - V.14(2). - P.275-283; Minasyan S.H., Tavadyan L.A., Antonyan A.P. et al. Differential pulse voltammetric studies of ethidium bromide binding to DNA. // J. Bioelectrochemistry. - 2006. - V.68. P.48-55] было показано, что связывание ДНК с этидий бромидом (ЭБ), который ранее считался классическим интеркалятором, происходит с образованием нескольких типов комплексов, а также с изменением конформации ДНК [Yuzaki

K. & Hamaguchi H. Intercalation-induced structural change of DNA as studied by 1064 nm near-infrared multichannel Raman spectroscopy. // J. Raman Spectrosc. - 2004. - V.35. - P.1013-1015]. Наши предварительные исследования также показали, что в зависимости от P/D (где P- это концентрация полинуклеотида в молях фосфатов, а D- это концентрация лиганда) в смеси ЭБ-ДНК образуется как минимум два типа комплексов. При малых значениях  $P/D \leq 6-8$  образуется большее количество комплексов I типа, а при больших значениях  $P/D \geq 10$  – комплексов II типа.

Поскольку Раман спектроскопия – это метод, который позволяет определить группы атомов лигандов, участвующих в комплексообразовании, и выявить структурные особенности образующихся комплексов, мы провели Раман спектроскопическое исследование комплексообразования ЭБ с ДНК в тех областях P/D, где преобладает каждый из типов комплексов. Все Раман спектры были получены при возбуждении аргоновым  $Ar^+$  лазером с  $\lambda_{\text{возб}} = 514,5$  нм в двух спектральных областях: в области маркерных полос А- и В- конформаций ДНК ( $\nu = 700-850 \text{ см}^{-1}$ ); и в основной спектральной области колебания хромофорных колец лиганда ( $\nu = 110-1700 \text{ см}^{-1}$ ). Т.к. в спектральном диапазоне  $\nu = 700-820 \text{ см}^{-1}$  лиганд не вносит существенных изменений в спектры комплексов ЭБ-ДНК [Benevides J.M. & Thomas G.J., Jr. Local conformational changes induced in B-DNA by Ethidium intercalation. // Biochemistry. - 2005. - V.44. - P.2993-2999], в этой частотной области мы наблюдали за изменением полос ДНК. В спектральной области  $\nu = 1100-1700 \text{ см}^{-1}$  мы наблюдали за изменениями колебаний хромофора ЭБ.

На основании полученных Раман спектроскопических данных были сделаны основные выводы: (1) ЭБ образует два типа комплекса с ДНК и (2) образование I типа комплексов при малых значениях P/D сопровождается В→А структурным переходом ДНК.

## ВЛИЯНИЕ НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ КОРДОВОЙ КРОВИ

Е.Н. Боброва, А.В. Зинченко, Л.В. Цымбал

*Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины*

*ул. Переяславская, 23, г.Харьков, 61015, Украина*

*e-mail: lenabob77@mail.ru*

В связи с использованием кордовой крови как в акушерско-гинекологической практике, так и в качестве источника стволовых клеток, возникла необходимость создания низкотемпературных банков кордовой крови. Процесс подготовки клеточных суспензий к криоконсервации предусматривает ряд процедур (добавление к клеткам криозащитного раствора, инкубация в нем клеток), которые могут повлиять на морфо-функциональное состояние клеток еще до замораживания. Последующие процедуры охлаждения до 77 К и нагрева могут приводить к усугублению нарушений, возникших в клетках на этапе эквilibрации их в растворах криопротекторов. В связи с этим в работе исследовали влияние 1,2-пропандиола, глицерина, диметилсульфоксида и низких температур на структурное состояние эритроцитов кордовой крови. Методом ЭПР с добавочным уширением изучали барьерные свойства мембран эритроцитов по доступности цитозольного спинового зонда ТЕМПОН феррицианид – анионам. Методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) оценивали морфологическое состояние эритроцитов кордовой крови в присутствии криопротекторов и после охлаждения-нагрева.

Показано, что при взаимодействии с проникающими криопротекторами эритроциты КК существенно меняют свою форму, причем степень и характер изменений зависят от вида и концентрации криопротектора. Обнаруженное набухание клеток в присутствии высоких концентраций криопротекторов может быть связано с нарушением физиологического асимметричного распределения внутриклеточных и внеклеточных ионов, которое, вероятно,

обусловлено нарушением барьерных функций мембран эритроцитов. Так, методом ЭПР спиновых зондов показано, что при повышении концентрации глицерина и 1,2-ПД в клеточной суспензии до 40%, а ДМСО до 30% наблюдается нарушение барьерных функций мембран эритроцитов. Замораживание эритроцитов приводило к изменениям спектров ЭПР, свидетельствующих об усилении нарушенных барьерных свойств мембран клеток в присутствии высоких концентраций криопротекторов.

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ГИДРАТНОЙ ОБОЛОЧКИ ТРОЙНОЙ СПИРАЛИ КОЛЛАГЕНА

Е. П. Борискина<sup>1</sup>, М.А. Семенов<sup>1</sup>, Т.В. Ботьбух<sup>1</sup>, Л.Б. Суходуб<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт прикладной физики НАН Украины, 40030, г. Сумы, ул. Петропавловская, 58  
e-mail: [ypmelezhik@yahoo.com](mailto:ypmelezhik@yahoo.com)

Проведено исследование влияния минерализации на процесс гидратации коллагена и сопровождающие его конформационные переходы. В работе использовались экспериментальные методы пьезограмметрии, ИК-спектроскопии и КВЧ диэлектрометрии. Образцами для исследования служили сухие и увлажненные пленочные образцы минерализованного коллагена, чистого коллагена и чистого гидроксиапатита, а также раствор чистого коллагена. Минерализация коллагена проводилась *in vitro* с использованием методики, которая предполагает одновременное формирование нанокристаллов гидроксиапатита и фибриллообразование коллагена.

Получено, что полная гидратная оболочка тройной спирали чистого коллагена содержит 8,8 моль H<sub>2</sub>O/моль -Gly-X-Y-. Внутренний слой гидратной оболочки по данным пьезограмметрии содержит 0,5 моль H<sub>2</sub>O/моль -Gly-X-Y-, сорбируемых по закону Лэнгмюра и 2,7 моль H<sub>2</sub>O/моль -Gly-X-Y- – по закону Генри, остальная часть воды сорбируется в мультислое. Минерализация ведет к частичному закрытию центров гидратации коллагена для доступа молекул воды, при этом количество молекул воды, сорбируемых по закону Лэнгмюра каждым трипептидом чистого и минерализованного коллагена, практически не различаются, а количество воды, сорбируемой в слое Генри и в мультислое, у минерализованного коллагена значительно уменьшается. Основными центрами гидратации чистого и минерализованного коллагена являются C=O и N-H группы. Гидратация чистого и минерализованного коллагена сопровождается конформационной перестройкой тройной спирали, которая ведет к упрочнению прямых пептид-пептидных водородных связей.

## ВЛИЯНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ НА ВЕЛИЧИНЫ ТОЧЕЧНЫХ ЗАРЯДОВ АТОМОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

А. М. Голиус

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61077, Украина  
e-mail: [golius@vk.kh.ua](mailto:golius@vk.kh.ua)

Возникновение внутримолекулярной водородной связи (ВС) приводит к существенному перераспределению электронной плотности, что необходимо учитывать при компьютерном моделировании. Для описания электростатических внутримолекулярных взаимодействий в

методах комп'ютерного моделювання обычно використовують модель точечних зарядів, які можуть бути отримані, як з використанням експериментальних даних, так і по даним квантово-хімічних розрахунків. Задачею даної роботи було дослідження впливу утворення внутрімолекулярної ВС на величини точечних зарядів, розрахованих з допомогою квантово-хімічних методів. Розрахунки проводилися для трьох молекул: 2-гідроксибензаміда, рибофлавіна і норфлоксацина. Рибофлавін (вітамін В2) - грає важливу роль в життєдіяльності організму людини, 2-гідроксибензамід (саліциламід), застосовується в медицині як протизапальний засіб, а норфлоксацин - це активне антибактеріальне засіб.

Вивчення проводилися в декілька етапів: для оптимізованих в програмі Gaussian03 методом b3lyp в базисі 6-31G\* молекул 2-гідроксибензаміда, рибофлавіна і норфлоксацина розраховувався електростатичний потенціал (ЕСП) методом Хартри-Фока в базисі 6-31G\* в програмі GAMESS, потім по отриманому ЕСП вивчалися точечні заряди в модулі resp пакету AMBER8. В результаті були отримані точечні заряди на атомах гідроксибензаміда, рибофлавіна і норфлоксацина, які можуть бути використані для молекулярно-динамічного моделювання з силовим полем AMBER99. Показано, що утворення внутрімолекулярної ВС впливає на величину ЕСП. Максимальне змінення зарядів атомів, що беруть участь в ВС, було зафіксовано в разі гідроксибензаміда і становило  $\sim 0.1$  а.е. Показано, що заряди на атомах конформації з ВС не завжди є більш полярними в порівнянні з конформацією без ВС. Цей ефект може бути пояснений наявністю сопряжених систем в досліджуваних молекулах.

## **МОДЕЛЮВАННЯ КОНФОРМАЦІОННИХ ПЕРЕХОДІВ POLY(rC), ІДУЩИХ ПІД ВПЛИВОМ ЗМІНИ ПН**

Е.В. Духопельников, А.С. Хребтова

*Інститут радіофізики і електроніки ім. А.Я. Усикова НАН України  
ул. Ак. Проскури, 12, г. Харків, 61085, Україна  
e-mail: [dukh@ire.kharkov.ua](mailto:dukh@ire.kharkov.ua)*

Відомо, що при зменшенні рН poly(rC) зазнає конформаційні зміни, переходячи спочатку в напівпротонізовану спіральну, а потім в повністю протонізовану одноступінчасту структуру. Однак параметри цих переходів (константи хімічних реакцій, а також кількість ланцюгів в напівпротонізованій структурі) все ще залишаються предметом дискусій [Zarudnaya M.I. et al. // Nucleosides, Nucleotides & Nucleic Acid. - 2002. - V.21(2). - P.125-127; Esmaili E., Leroy J.L. // Nucleic Acids Research. - 2005. - V.33(1). - P.213-224]. В даній роботі запропонована модель, що описує процеси, що відбуваються в розчинах poly(rC) при додаванні протонів, системою простих хімічних рівноваг. Оптимальні значення констант протонізації, а також утворення двох- і чотирих спіральних структур poly(rC) були отримані шляхом мінімізації квадратичного відхилення теоретичної кривої титрування від експериментальної. Показано, що запропонована модель не достатньо адекватно описує експериментальні дані, оскільки процес утворення спіральних структур носить кооперативний характер. Для опису поведінки кривої титрування в області конформаційного переходу було запропоновано рівняння, що включає параметр кооперативності. Отримана теоретична крива титрування знаходиться в хорошій згоді з експериментальними даними. Для оптимальних значень констант протонізації ( $pK_1=3,57$ ,  $pK_2=5,64$ ,  $pK_3=0,76$ ,  $pK_4=5,05$ ,  $\omega=882$ ) побудовані залежності відносних концентрацій різних форм poly(rC) від рН. Знайдені значення констант можуть бути в подальшому використані для дослідження комплексів poly(rC) з різними БАВ.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОГО СВЯЗЫВАНИЯ АНАЛОГОВ ЦИТИДИНА И БРОМИСТОГО ЭТИДИЯ С ТИМУСНОЙ ДНК

Е.Л. Ермак<sup>1,2</sup>, Е.Б. Круглова<sup>2</sup>, Л.Г. Пальчиковская<sup>3</sup>, И.В. Алексеева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61077, Украина

<sup>2</sup>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины  
ул. Ак. Проскуры, 12, г. Харьков, 61085, Украина

<sup>3</sup>Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины,  
ул. Заболотного, 150, г. Киев, 03143, Украина  
e-mail: [e\\_ermak@ire.kharkov.ua](mailto:e_ermak@ire.kharkov.ua)

Аналоги цитидина (цитозин арабинозид (Ara-C), 6-азацитозин рибофуранозид (6AZC), 6-азацитозин тетрагидрофурил (AZAfur), 6-азацитозин ксилофуранозид (AZAxyl)) обладают широким спектром антивирусной и противоопухолевой активности. Эти соединения являются перспективными для создания новых лекарственных препаратов. Однако молекулярные механизмы их взаимодействия с ДНК остаются неисследованными. Мы проанализировали влияние цитидина и его аналогов на связывание известного интеркалятора бромистого этидиума (ЭБ) с ДНК. С этой целью нами были проведены спектрофотометрические исследования поглощения смесей ЭБ – ДНК в присутствии цитидина и его аналогов в широкой области длин волн и концентраций ДНК. Поскольку наши исследования показали, что ЭБ связывается с тимусной ДНК с образованием не одного, а как минимум двух разных комплексов (предположительно интеркаляция в соседние пары оснований и интеркаляция с соблюдением закона исключения ближайшего соседа), мы детально проанализировали, как цитидин и его аналоги влияют на связывание ЭБ с ДНК в тех областях P/D, в которых преобладает тот или иной тип комплекса. Показано, что немодифицированные цитидиновые основания (цитидин и Ага-С) не конкурируют с ЭБ за места связывания на ДНК, но делают структурные переходы в растворе более кооперативными и ярко выраженными. Модифицированные цитидиновые основания (6AZC, AZAfur и AZAxyl), которые имеют в кольце двойную N=N связь, конкурируют с ЭБ за места связывания на ДНК по типу интеркаляции. Константы связывания, молярные коэффициенты экстинкции и величины мест связывания образующихся комплексов были рассчитаны нами с помощью программы оптимизации DALSMOD.

## КРИОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИНАРНЫХ СИСТЕМ ВОДА–ОКСИЭТИЛИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ АЦЕТАМИДА ( $n = 1, 7-8$ ) ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ НИЖЕ 273 К

Е.Н. Животова<sup>1,2</sup>, Л.Г. Кулешова<sup>2</sup>, А.В. Зинченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный фармацевтический университет  
ул. Пушкинская, 53, г. Харьков, 61002, Украина

<sup>2</sup>Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины  
ул. Переяславская, 23, г. Харьков, 61015, Украина  
e-mail: [zhivotova@inbox.ru](mailto:zhivotova@inbox.ru), [l\\_kuleshova@gala.net](mailto:l_kuleshova@gala.net), [alexazin@mail.ru](mailto:alexazin@mail.ru)

Оксиэтилированные производные ацетамида (ОЭАц) рассматриваются как возможные компоненты криозащитных сред для низкотемпературного хранения биообъектов. В связи с этим представляет интерес исследование термического поведения водных растворов этих соединений при температурах ниже 273 К.

Цель настоящей работы – исследование характера затвердевания бинарных систем вода–ОЭАц со степенью полимеризации  $n = 1$  и  $n = 7-8$  при температурах ниже 273 К методом оптической криомикроскопии. Данная работа является продолжением исследования вышеуказанных бинарных систем методом ДСК [Зинченко А. В., Животова Е. Н., Чеканова В. В. и др. // Вісник ХНУ, №665, Біофізичний вісник. - 2005. - Вип. 1(15). - С.111-115]. Совместное использование методов ДСК и криомикроскопии позволяет получить более полное представление об образовании кристаллической и аморфной фаз. На основании данных ДСК были выделены концентрационные диапазоны с определенным набором физических состояний и переходов между ними в исследуемых бинарных системах. Для криомикроскопических исследований нами были выбраны по одному представителю каждого диапазона следующих концентраций ОЭАц ( $n = 1$  и  $n = 7-8$ ): 26, 56 и 80 % (масс.).

Показано, что системы с низким содержанием ОЭАц ( $n = 1$  и  $n = 7-8$ ) кристаллизуются при охлаждении и не претерпевают видимых изменений на этапе нагрева при данных условиях (скорости охлаждения 30 К/мин и нагрева 5 К/мин). При средних концентрациях ОЭАц ( $n = 1$ ) система оставалась в аморфном состоянии при охлаждении до 173 К и кристаллизовалась при нагреве. При этих концентрациях в системе вода–ОЭАц ( $n = 7-8$ ) зарождение центров кристаллизации наблюдалось при охлаждении, но рост кристаллов быстро прекращался из-за достаточно высокой скорости охлаждения; интенсивный рост кристаллов наблюдался при нагреве. При высоких концентрациях ОЭАц ( $n = 1$  и  $n = 7-8$ ) системы оставались полностью аморфными как при охлаждении, так и при нагреве, что полностью согласуется с данными ДСК.

## РЕЗОНАНСНОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ ИМИДАЗОФЕНАЗИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

Е.С. Заруднев, А.Ю. Гламазда, С.Г. Степаньян, В.А. Карачевцев

*Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины  
Проспект Ленина, 47, г. Харьков, 61103, Украина  
e-mail: [zarudneveugene@mail.ru](mailto:zarudneveugene@mail.ru)*

При исследовании новых лекарственных препаратов важной задачей является изучение взаимодействий этих препаратов с компонентами клетки, например с ДНК. Одним из направлений таких исследований является выбор систем, которые могли бы моделировать такие взаимодействия. В качестве таких модельных систем можно выбрать красители, которые достаточно удобны для изучения, поскольку позволяют применить для исследования высокочувствительные спектральные методы.

Нами были исследованы в спектральном диапазоне 300-1700  $\text{см}^{-1}$  спектры резонансного комбинационного рассеяния (РКР) красителя имидазофеназина и его производных триазо-(4,5-d)-феназина, 2-трифлуоро-диметил-имидазо-(4,5-d)-феназина и 2-метил-имидазо-(4,5-d)-феназина, которые отличаются от исходного соединения наличием боковых заместителей. Триазо-(4,5-d)-феназин вместо атома углерода в имидазольном кольце содержит атом азота, а у 2-трифлуоро-диметил-имидазо-(4,5-d)-феназина и 2-метил-имидазо-(4,5-d)-феназина в качестве боковых заместителей выступают соответственно группы атомов  $\text{CF}_3$  и  $\text{CH}_3$ . Комбинационное рассеяние возбуждалось линией 488 нм Ar лазера, мощность излучения 40 мВт. Проведено разделение спектров РКР на составляющие полосы с помощью программы ORIGIN, которая позволяет аппроксимировать наблюдаемый спектр суммой функций, каждая из которых представляет одну линию в спектре. Выполнено отнесение спектральных полос к определенным типам колебаний на основании квантово-химических расчетов, выполненных с помощью программы Gaussian03. Наиболее интенсивные полосы отнесены к плоскостным деформационным колебаниям колец.

В спектре резонансного комбинационного рассеяния имидазофеназина наблюдается 20 отдельных линий разной интенсивности. Полосы имеют сложную структуру. Спектры

производных подобны спектру имидазофеназина, однако для большинства полос наблюдается небольшое смещение (до 5-8 см<sup>-1</sup>) и перераспределение интенсивности. Боковые заместители существенно не изменяют положение и интенсивности линий, обусловленных колебаниями колец, однако вызывают появление нескольких дополнительных полос, не присутствующих в спектре исходного соединения.

## **ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ІЗ СТІЧНИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ МАГНІТОКЕРОВАНОЇ БІОСОРБЦІЇ**

С.В. Горобець, І.Ю. Гойко, Т.С. Лень, О.І. Зінюк

*Кафедра біоінформатики, ННЛ Фізичних та інформаційних технологій у біології і медицині,  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут",  
пр. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна  
e-mail: pitbm@ntu-kpi.kiev.ua*

Забруднення важкими металами являється однією з найбільш серйозних проблем навколишнього середовища. Існує багато способів очищення стічних вод від іонів важких металів, але всі вони мають ряд недоліків. Використання мікробних клітин, як біосорбентів для металів, є альтернативою стосовно існуючих методів для очищення стічних вод. Однак, мікробні біосорбенти повинні бути технологічно й економічно конкурентноздатними в порівнянні з існуючими способами. Дріжджі мають значний сорбційний потенціал широкого діапазону важких металів [Patzak M., Dostalek P. I., Fogarty R. V., Safarik I., Tobin J. M. Development of magnetic biosorbents for metal uptake // Biotechnology techniques. – 1997. – V.11(7). P.483–487]. Серед багатообіцяючих біосорбентів для видалення важких металів, які досліджені на протязі останніх десятиліть, *Saccharomyces cerevisiae* мають підвищену увагу [Wang J., Chen C. Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae* // Biotechnology. – 2006.]

Проведене дослідження по сорбції іонів міді(II) в постійному магнітному полі за рахунок магнітогідродинамічного перемішування, які показали, що за 25 хвилин проходження процесу сорбції із розчину вилучається 90% іонів міді. Але залишається нерозв'язаною проблема простого та дешевого вилучення дріжджових клітин з сорбованими на них іонами міді. У зв'язку з цим запропоновано використовувати метод феритизації та магнітні фільтри [Дек.патент на користну модель №10651Кл.С02F1/28.–№ 200505206; Заяв.31.05.2005;Опубл.15.11.05. Бюл. №11]. Розроблена методика виготовлення та прикріплення магнітних міток до дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*. Виявлено оптимальне співвідношення маси біосорбенту до маси магнітних міток.

Даний спосіб вилучення іонів важких металів із стічних вод за допомогою магнітокерованої біосорбції є перспективним як з економічної, так і з екологічної точки зору, оскільки використання постійного магнітного поля не потребує споживання електроенергії, а дріжджі являються вторинним продуктом багатьох виробництв харчової та ферментної промисловостей.

## **ВНУТРІШНЬО ІНДУКОВАНИЙ МЕХАНІЗМ ЗГИНАННЯ ДНК**

П.П. Канєвська, С.Н. Волков

*Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України  
вул. Метрологічна, 14б, м. Київ, 03143, Україна  
e-mail: kanevska@bitp.kiev.ua*

Згинання ДНК супроводжує більшість процесів життєдіяльності клітини. До цього часу теоретичне вивчення механічних властивостей ДНК базувалося на ідеалізованому уявленні про

макромолекулу як про пружній стрижень, який деформується за законом Гука (WLC-модель) і характеризується персистентною довжиною, на якій ДНК вважається практично жорсткою. Однак, останнім часом накопичилася велика кількість різного роду експериментів, в яких ДНК в біологічно важливих процесах проявляє себе як значно більш гнучка макромолекула, ніж це випливає з WLC. До недавнього часу така невідповідність експериментів з WLC пояснювалася тим, що у процесах функціонування ДНК взаємодіє з білками. Однак нещодавній експеримент [Cloutier and Widom, 2004] показав, що фрагменти ДНК значно коротші за персистентну довжину можуть спонтанно утворювати петлі і без взаємодії з білками. Тобто жорсткість до згинання коротких фрагментів ДНК виявилася значно меншою, ніж передбачає модель пружного стрижня. Така аномальна (з точки зору WLC) поведінка макромолекули потребує нового підходу до опису механіки згинання ДНК.

Для пояснення механізмів утворення значних деформацій коротких фрагментів ДНК запропоновано нелінійний внутрішньо індукований механізм згинання ДНК, що базується на взаємозв'язку між конформаційною рухливістю та деформацією подвійної спіралі. В рамках двокомпонентної моделі конформаційних перетворень ДНК знайдено форму деформованого фрагменту та енергію утворення деформації. Показано, що значні згинання коротких фрагментів бістабільного ланцюжка макромолекули ДНК можуть відбуватися за енергій порядку теплових, за умови реалізації граничних умов (різних конформаційних станів на кінцях фрагменту) та зменшення жорсткості на згинання подвійної спіралі приблизно в 3 рази в порівнянні з жорсткістю визначеною в WLC. Співставлення результатів теорії з експериментом для аномального згинання фрагмента ТАТА-бокса ДНК показує можливість реалізації механізму внутрішньо індукованого згинання для фрагментів ДНК певної послідовності.

## **НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ МИКРООБЪЕКТОВ**

Горобець С.В., Горобець О.Ю., Луцик П.І.

*Кафедра біоінформатики, ННЛ Фізичних та інформаційних технологій у біології і медицині  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут",  
пр. Перемоги – 37, корп. 18, к. 225., м. Київ, 03056, Україна  
e-mail: plus7@volicable.com*

На сьогоднішній день известно несколько способов определения магнитной восприимчивости микрообъектов [E.I. Kondorsky, S.B. Narina, N.B. Litvinchuk, A.N. Shalygin // Biofizika. – 1981. – V.25. – P.1104; Yu.A. Plavin', E.Ya. Blum // Magnitn. Hidrodynam. 1983. – V.4. – P.3]. Основными их недостатками является низкая точность, сложность измерений, а также влияние на жизнеспособность биологических объектов. Наиболее приемлемым решением представляется использование метода, описанного в [Патент України #26,949 / Горобець С.В., Горобець О.Ю., Піменов Ю.М.].

Предлагаемый метод основан на том, что магнитная восприимчивость слабомагнитных высокодисперсных примесей связана с предельным углом их осаждения на сферический элемент ферромагнитной насадки, помещенный в поток среды, содержащий упомянутые примеси. Для расчета магнитной восприимчивости микроскопического биообъекта необходимо использовать сферический элемент много большего радиуса, а также иметь сведения о магнитной восприимчивости жидкой среды. Процесс осаждения проводится в кювете, содержащий элемент ферромагнитной насадки, установленный на соответствующей подложке. Кювета располагается в постоянном однородном магнитном поле, напряженностью порядка 1Тл. Углы осаждения монослоя слабомагнитных микрообъектов наблюдаются с помощью видеосистемы, подключенной к персональному компьютеру.

Расчет магнитной восприимчивости, исходя из измеренных углов осаждения, детально описан в [I.S. Gulyi, S.V. Gorobets, O.Yu. Gorobets, M.V. Sorokin. New Method of Measurement of Magnetic Susceptibility of Microobjects // Functional Materials. – 2002. – V.9(1).]

Кроме того, в данное время рассматривается возможность повышения чувствительности метода посредством увеличения градиента магнитного поля в окрестности сферического элемента. Достигнуть этого можно структурированием магнитной насадки, внесением одной или нескольких ферромагнитных подложек различной формы.

Таким образом, описанный метод достаточно прост в реализации и может быть использован для определения магнитной восприимчивости биологических микробиологических объектов с требуемой точностью.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОННЫХ СИЛ НА ИЗОТЕРМЫ СВЯЗЫВАНИЯ ЛИГАНДОВ С ДНК ПРИ РАЗНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ФАКТОРА КООПЕРАТИВНОСТИ**

Е.А. Минакова, Е.Б. Круглова

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

Ионы  $\text{Na}^+$  и другие положительно заряженные катионы, присутствующие в растворе в виде буфера или же добавляемые в систему, могут играть роль конкурирующих лигандов при связывании лекарственных веществ (катионов) с полинуклеотидами. Для учета этого влияния на изменение концентрационных зависимостей при различных величинах фактора кооперативности мы использовали модель конкурентного связывания, предложенную в работе [Нечипуренко Ю.Д. Кооперативные эффекты при связывании протяженных лигандов с ДНК. II Контактные взаимодействия между адсорбированными лигандами // Молекулярная биология. – 1984. – Т.18(4). - С.1066-1080]. Результаты расчета равновесного состава по алгоритму DALSMOD для этой модели сравнивались с результатами, полученными по новой программе COMP. Эта программа позволяет учитывать любую длину конкурирующего лиганда, в отличие от DALSMOD, в которой  $n_1=1$ . Показано что, равновесные концентрации свободного лиганда и комплексов, получаемые из обеих программ, совпадают. Также, с помощью программы DALSMOD было оценено влияние ионной силы на изотермы связывания при различных величинах фактора кооперативности. Показано, что зависимость кажущихся (экспериментально определенных) констант связывания в рассмотренном интервале ионных сил практически не меняется при разных значениях фактора кооперативности.

## **МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПИРАЛЬНЫХ ФОРМ ПОЛИРИБОЦИТИДИЛОВОЙ КИСЛОТЫ**

Е.В. Мирошниченко, А.В. Шестопалова

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

Известно, что полирибозитидиловая кислота (polyrC) в зависимости от кислотности среды может существовать в различных спиральных конформациях. Так, при нейтральном pH она образует односпиральную структуру, а в кислой среде polyrC согласно литературным данным может принимать форму дуплекса или даже четырехспиральную форму – так называемый i-

мотив. Задачей данной работы было исследование стабильности различных спиральных форм polyC с помощью компьютерного моделирования методом молекулярной динамики.

Стартовые структуры были построены согласно данным РСА и ЯМР. Молекулярная динамика проводилась в пакете AMBER 8 с силовым полем parm99. Для односпиральной формы polyC и двух топологий (3'E и 5'E) i-мотива polyC получены 5 нс молекулярно-динамические траектории, тогда как двуспиральная структура оказалась нестабильной и разрушилась еще во время оптимизации. В процессе моделирования структура односпиральной polyC была очень подвижна и значительно отклонилась от стартовой конформации, наблюдалось нарушение стэкинга оснований. Структура четырехспиральных форм polyC напротив была очень стабильна, водородные связи между основаниями в  $\text{CH}^+\text{-C}$  парах сохранялись в течение всего времени моделирования. Среднеквадратическое отклонение относительно первого снимка траектории в случае односпиральной polyC составило 5 Å, а для 3'E и 5'E топологий i-мотива polyC - 2.1 Å и 1.7 Å, соответственно. Для выявления функционально важных коллективных движений атомов был проведен анализ траекторий односпиральной и четырехспиральных форм polyC с помощью метода существенной динамики. Сделаны оценки внутримолекулярных энтропий в квазигармоническом приближении

### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ОДНОСПИРАЛЬНОЙ ПОЛИРИБОЦИТИДИЛОВОЙ КИСЛОТЫ (Poly(rC)) С КОФЕИНОМ МЕТОДОМ ДОКИНГА И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

А.Л. Нестеренко<sup>1</sup>, Е.В. Мирошниченко<sup>2</sup>, А.В. Шестопалова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61077, Украина

<sup>2</sup>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины  
ул. Ак. Проскуры, 12, г. Харьков, 61085, Украина  
e-mail: Romawkka@ Rambler.ru

На сегодняшний день актуальной проблемой фармакологии и медицины является прогнозирование взаимодействия биологически активных малых молекул, например, кофеина, с нуклеиновыми кислотами. Методы компьютерного моделирования позволяют наиболее быстро и с наименьшими затратами времени и ресурсов находить варианты решения подобных проблем.

С помощью методов компьютерного моделирования (методы квантовой химии, молекулярного докинга и молекулярной динамики) проведен анализ взаимодействия односпиральной полирибозитидиловой кислоты с кофеином с учетом ион-гидратного окружения. Получены недостающие молекулярно-динамические параметры для кофеина в силовом поле parm99. В программном пакете AutoDock 3.05 методом молекулярного докинга получен наиболее вероятный комплекс кофеина с полирибозитидиловой кислотой. Выполнено молекулярно-динамическое моделирование в программном пакете AMBER 8 кофеина, односпиральной полирибозитидиловой кислоты и ее комплекса с кофеином. Для траекторий полирибозитидиловой кислоты проведен анализ с помощью метода существенной динамики и сделаны оценки энтропии. Показано, что полирибозитидиловая кислота в комплексе с кофеином более подвержена деформациям, чем свободная полирибозитидиловая кислота. Рассчитанная энергия взаимодействия кофеина с односпиральной полирибозитидиловой кислотой составила -9 ккал/моль. Показано, что стабилизация комплекса происходит за счет Ван-дер-Ваальсовых и электростатических взаимодействий.

## КОНФОРМАЦИОННЫЕ ПЕРЕХОДЫ ТРЁХЦЕПОЧЕЧНОГО ПОЛИНУКЛЕОТИДА ПОЛИУ·ПОЛИА·ПОЛИУ В РАСТВОРЕ, СОДЕРЖАЩЕМ ИОНЫ $Cd^{2+}$

Сорокин В.А., Усенко Е.Л., Валеєв В.А.

*Фізико – технічний інститут низких температур ім. Б.И. Веркина НАН України  
пр. Ленина, 47, г. Харків, 61103, Україна  
e-mail: usenko@ilt.kharkov.ua*

В настоящее время одной из важнейших экологических проблем является загрязнение окружающей среды солями тяжёлых металлов [Мур Дж.В., Рамамурти С. Тяжёлые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния. М.: Мир, 1987, 288с.]. К наиболее токсичным относится кадмий. В связи с этим актуальным остаётся изучение комплексов d-ионов с биологически функциональными макромолекулами различного уровня структурной организации, включая и трёхцепочечные полинуклеотиды. Интерес к последним обусловлен также возможностью их использования при лечении вирусных и онкологических заболеваний [Field A.K. // *Curr. Opin. Mol. Ther.* – 1999. - V.1. - P.323].

Методом дифференциальной УФ-спектроскопии показано, что ионы  $Cd^{2+}$  не связываются с гетероатомами азотистых оснований полиА и полиУ, находящихся в составе тройной (A2U) и двойной (AU) спиралей, и не изменяют их конформацию. Нагревание A2U индуцирует два последовательных процесса: первый соответствует отделению от A2U одной нити полиУ, то есть реализации перехода  $A2U \rightarrow AU+U$  (переход  $3 \rightarrow 2$ ), второй – более кооперативному плавлению AU, то есть переходу  $2 \rightarrow 1$  ( $U+AU \rightarrow U+A+U$ ). Концентрационные зависимости температур плавления, соответствующие этим процессам, имеют точку пересечения, ( $[Cd^{2+}] \sim [Cd^{2+}]_{cr} \sim 3,5 \cdot 10^{-4} M$ ), при которой термостабильности A2U и AU становятся одинаковыми.

В настоящее время существует значительный разброс в значениях энтальпии перехода  $3 \rightarrow 2$  (от 2 до 8 ккал/моль), определённых разными методами [Plum G.E., Pilch D.S., Singleton S.C. Breslauer K.J. // *Annu. Rev. Biophys. Biomol. Struct.* - 1995. - V.24. - P.319-350]. Сравнение экспериментально полученной фазовой диаграммы с рассчитанной по теории равновесного связывания [Lazurkin Yu.S., Frank-Kamenetskii M.D., Trifonov E.N. // *Biopolymers.* – 1970. - V.9. - P.1253] показало, что наилучшее согласие между опытом и теорией наблюдается при  $\Delta H_{32} = 5$  ккал/моль·триплет.

## ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ДНК З ІОНАМИ НАТРІЮ

Д.О. Шамайко, Л.А. Булавін, О.М. Алексєєв, С.М. Перепелиця

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, фізичний факультет,  
просп. Глушкова 2, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: dima\_dnepr@ukr.net*

Молекула ДНК складається з заряджених атомних груп, які нейтралізуються протиіонами металів. Для розуміння механізмів біологічного функціонування молекули ДНК необхідна інформація про місця посадки протиіонів та їх динаміку. Динаміку протиіонів ДНК можна досліджувати по даним електропровідності. Відомо, що в вологих плівках молекули ДНК електропровідність обумовлена рухом протиіонів і протонів. В розчині при постійному зовнішньому полі електропровідність обумовлена рухом всієї молекули ДНК (електрофорез). У зовнішньому полі, яке змінюється з певною частотою, механізми електропровідності розчинів ДНК достатньо не вивчені. Тому метою даної роботи було визначити механізми електропровідності водних розчинів молекули ДНК в кілогерцовому діапазоні.

Зразки готували з деіонізованої води, солі NaCl (хч) і ДНК з тимусу теляти. Досліджували дві серії зразків: перша складається з розчинів NaCl з концентраціями від 0,1 до 2М, а друга з розчинів NaCl тієї самої концентрації, в які додавали ще 0,2% ДНК. Вимірювання проводились в діапазоні від 1 до 100 кГц у вимірювальній комірці з об'ємом 200 мкл. Порівняння електропровідності зразків першої та другої серій показує, що ДНК вносить суттєвий вклад в електропровідність при малих та середніх концентраціях солі NaCl (0,1–1М), а при високих концентраціях (>1М) цей вклад нехтовно малий. Користуючись отриманими результатами, оцінений вклад протіонів ДНК в загальну електропровідність системи. Виявилося, що протіонів не достатньо щоб спричинити таку різницю в електропровідності. Таким чином, можна зробити висновок, що в досліджуваному частотному діапазоні повинні існувати додаткові механізми електропровідності, пов'язаний з рухомістю молекули ДНК.

## **ИЗМЕНЕНИЯ ГРАВИТРОПИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ, ВЫЗВАННЫЕ ПОСТОЯННЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ**

Н.И. Богатина<sup>1</sup>, Н.В. Шейкина<sup>2</sup>, Е.Л. Кордюм<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Физико-технический институт низких температур НАН Украины  
пр. Ленина, 47, г. Харьков, 61100, Украина*

<sup>2</sup>*Харьковский национальный университет, пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61075, Украина*

<sup>3</sup>*Институт ботаники, Национальная Академия Наук Украины  
ул. Терещенковская, 2, г. Киев, 01004, Украина*

e-mail: [bogatina@ilt.kharkov.ua](mailto:bogatina@ilt.kharkov.ua), [Sheykina@ukr.net](mailto:Sheykina@ukr.net)

Исследовалась гравитропическая реакция 2-дневных корней кресс-салата в постоянном магнитном поле. Контрольные корни были помещены в постоянное магнитное поле с величиной магнитной индукции 20 нТл (использовалось остаточное постоянное магнитное поле пермаллового экрана). Экспериментальные образцы были помещены в постоянное магнитное поле, созданное искусственно в пермалловом магнитном экране. Постоянное магнитное поле изменялось от 20 нТл до 100 мкТл. Был обнаружен порог, начиная с которого возникает гравитропическая реакция. Он равен приблизительно 2-4 мкТл.

## **ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА ГРАНИЧНЫХ ОРБИТАЛЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ БИОМОЛЕКУЛ И ИОН-МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

В.В. Чаговец, М.В. Косевич, С.Г. Степаньян

*Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины  
пр. Ленина, 47, г. Харьков, 61103, Украина*

e-mail: [vchagovets@ilt.kharkov.ua](mailto:vchagovets@ilt.kharkov.ua)

При проведении квантово-химических расчетов информацию о свойствах биомолекул можно получить не только из анализа их структурно-энергетических характеристик, но и из рассмотрения параметров и локализации граничных орбиталей (LUMO и НОМО). Анализ орбиталей дает наглядную картину орбитальных взаимодействий и позволяет предположить механизмы поведения молекулы при различных условиях и в различных химических реакциях. До недавнего времени работы, посвященные неэмпирическим расчетам орбиталей, были немногочисленными, ввиду малых мощностей вычислительной техники. Сейчас подобные исследования и визуализация их результатов стали более доступными, что и определяет возросший интерес к ним.

В данной работе рассматриваются комплексы ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  с компонентами биополимеров, азотистыми основаниями, и с молекулой клеточного криопротектора этиленгликоля. На их примере демонстрируются возможности по определению мест связывания ионов молекулами, исходя из анализа граничных орбиталей. В результате исследований оказалось, что наиболее стабильными являются комплексы этиленгликоля с ионами, в которых последние находятся в местах локализации граничных орбиталей (LUMO в случае аниона хлора и НОМО для катиона натрия). В случае ассоциатов с азотистыми основаниями такие закономерности имеют менее выраженный характер и места посадки ионов определяются, преимущественно, распределением зарядов. Также описываются возможности изучения граничных орбиталей для анализа окислительно-восстановительных реакций в условиях масс-спектрометрического эксперимента применительно к гетероциклическим красителям феназинового ряда.

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ СУТОЧНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Т.М. Булана<sup>1</sup>, Т.В. Колесник<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дніпропетровський Національний університет  
49000, г. Дніпропетровськ, пр. Науковий, 13

<sup>2</sup>Дніпропетровська державна медична академія  
49600, г. Дніпропетровськ, вул. Дзержинського, 9  
e-mail: [tbula@ua.fm](mailto:tbula@ua.fm)

Использование современных медицинских технологий в кардиологии, в том числе суточного мониторинга артериального давления, ставит перед врачом-исследователем задачу анализа большого количества разнообразных признаков. При интерпретации этих данных и проведении индивидуального анализа исследователь сталкивается с необходимостью выявления наиболее значимых параметров наблюдения. Программное обеспечение современных систем мониторинга артериального давления не позволяет оценивать значимость и вес показателей, которые имеют не только первостепенное диагностическое значение, а и способны влиять на течение заболевания и прогноз, как у конкретного больного, так и при групповом анализе.

Это было основанием для разработки и создания специального пакета прикладных программ "CardioVita", позволяющего рассчитывать как стандартные общепринятые показатели для суточного мониторинга артериального давления, так и определять их диагностическую значимость (информативность). Для этого был определён набор объектов (пациентов)  $\Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$ , каждый объект характеризовался вектором параметров  $\omega_i = \{x_1^{(i)}, \dots, x_m^{(i)}\}$ , ( $i = \overline{1, n}$ ), компонентами которого являлись результаты суточного мониторинга артериального давления. С целью выявления значимости параметров диагностики были посчитаны весовые коэффициенты [Бакеер А.В., 1970]. Несомненным преимуществом разработанного пакета является возможность проведения сравнительного анализа и выявление информативности признаков различных диагностических показателей у специально отобранных групп больных стратифицированных по факторам риска сердечно-сосудистых осложнений. В результате проведения индивидуального анализа врач получает информацию в виде визуально-графической интерпретации, табличных данных и отчётов.

Особое значение разработанный пакет "CardioVita" приобретает в сложных случаях дифференциальной диагностики пограничных состояний различных степеней тяжести артериальной гипертензии, при определении индивидуальной стратегии лечения, при групповом анализе.

ИССЛЕДОВАНИЕ САМОАССОЦИИ ТЕОФИЛЛИНА МЕТОДОМ  $^1\text{H}$  ЯМР

Д.Д. Андреюк, М.П. Евстигнеев

Севастопольский национальный технический университет МОН Украины  
Студгородок, Стрелецкая балка, г. Севастополь, 99053, Украина  
e-mail: andreuyuk\_d@mail.ru

Теofilлин (ТНР) является природным метаболитом кофеина (САФ), попадающего в организм человека с напитками и продуктами питания в сравнительно больших количествах. Химические структуры САФ и ТНР отличаются незначительно – у кофеина в положении 7 пуринового цикла содержится метильная группа, отсутствующая у теofilлина, – вместе с тем, этот фактор приводит к заметным различиям физико-химических и медико-биологических свойств этих двух соединений.

С целью выяснения физических факторов, ответственных за процессы нековалентной ассоциации метилксантиновых производных в водном растворе, в настоящей работе было проведено исследование самоассоциации теofilлина методом ЯМР-спектроскопии. На основании концентрационных и температурных зависимостей протонных химических сдвигов получены равновесные термодинамические параметры агрегации молекул в растворе: константа ( $K_{\text{ТНР}}$ ), энтальпия ( $\Delta H_{\text{ТНР}}$ ) и энтропия ( $\Delta S_{\text{ТНР}}$ ) реакции самоассоциации. В расчетной схеме использовалась модель бесконечномерной кооперативной и некооперативной агрегации молекул, типичная при исследовании агрегации ароматических соединений методом ЯМР. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что удаление метильной группы в структуре ТНР изменяет в целом соотношение физических факторов, стабилизирующих структуру ассоциатов ТНР в растворе. В частности, вклад от гидрофобных взаимодействий в энергетике агрегации ТНР меньше, чем у САФ, что проявляется в снижении константы самоассоциации  $K_{\text{ТНР}}$  и увеличении  $\Delta H_{\text{ТНР}}$ ,  $\Delta S_{\text{ТНР}}$  по абсолютной величине. Кроме этого, наблюдаемое увеличение значений предельных протонных химических сдвигов у молекулы ТНР, по-видимому, является следствием уменьшения интенсивности ароматического тока хромофора ТНР при удалении метильной группы, являющейся донором электронов.

## IN VIVO ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛАСТИЧНОСТИ ТКАНЕЙ КУРИНЫХ ЭМБРИОНОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЭМБРИОГЕНЕЗА

Е. П. Борискина<sup>1</sup>, Флори В.<sup>2</sup>, Я. Ле Гранд<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Ренский университет 1, Bâtiment 11A, Campus de Beaulieu, Rennes, 35042, France  
e-mail: [ypmelezhik@yahoo.com](mailto:ypmelezhik@yahoo.com)

Проведено *in vivo* исследование изменений эластичности формирующихся тканей куриных эмбрионов с целью выяснения влияния механических факторов на процесс эмбриогенеза. Применялась новая методика сканирующей *in vivo* тонометрии образцов с использованием разработанного в Ренском университете тонометра, позволяющего изучать эластичность тканей с разрешением до 10 мкм. Для визуализации топографии образцов применялась сканирующая электронная микроскопия. Содержание и распределение коллагена в образце изучалось при помощи микроскопии с использованием генерации второй гармоники.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ АНТРАЦЕНДИОНОВОГО АНТИБИОТИКА НОВАНТРОНА СО ШПИЛЕЧНОЙ СТРУКТУРОЙ ДЕЗОКСИГЕПТАНУКЛЕОТИДА 5'-d(GpCpGpApApGpC)

В.В. Костюков, В.И. Пахомов, Д.Д. Андреюк, М.П. Евстигнеев

*Севастопольский национальный технический университет МОН Украины  
Студгородок, Стрелецкая балка, г. Севастополь, 99053, Украина  
e-mail: Viktor\_Kostukov@mail.ru*

Методами одно- и двумерной (2M-TOCSY, 2M-NOESY)  $^1\text{H}$  ЯМР-спектроскопии и молекулярной динамики исследовано комплексообразование антрацендионowego антибиотика новантрона (митоксантрона) с дезоксигептануклеотидом d(GCGAAGC), формирующим исключительно стабильную шпильку [Hirao I., Kawai G., Yoshizawa S., Nishimura Y., Ishido Y., Watanabe K., Miura K. Most compact hairpin-turn structure exerted by a short DNA fragment, d(GCGAAGC) in solution: an extraordinarily stable structure resistant to nucleases and heat // Nucleic Acids Res. - 1994. - V.22. - P. 576-582. Padrta P., Stefl R., Kralik L., Zidek L., Sckenar V. Refinement of the d(GCGAAGC) hairpin structure using one- and two-bond residual dipolar coupling // J. Biomol. NMR. - 2002. - V.24. - P.1-14], в водном растворе. Измерены концентрационные и температурные зависимости химических сдвигов протонов лиганда в комплексе с гептамером, рассчитаны равновесные термодинамические параметры реакций комплексообразования. На основании данных 2M-NOE построена пространственная структура комплекса антибиотика со шпилькой гептамера. Изучены конформационная динамика комплекса и его взаимодействие с водным окружением.

## ГИДРАТАЦИЯ КОФЕИНА И ЕГО ИНТАКТНОГО И ГАММА-ОБЛУЧЕННОГО КОМПЛЕКСОВ С ДНК ПО ДАННЫМ КВЧ ДИЭЛЕКТРОМЕТРИИ

О.В. Хорунжая, В.А. Кашпур, А.А. Красницкая

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины  
ул. Ак. Проскуры 12, г. Харьков, 61085, Украина  
e-mail: [dubovits@ire.kharkov.ua](mailto:dubovits@ire.kharkov.ua)*

В многочисленных экспериментах на биологических объектах разного уровня клеточной организации было установлено, что при заблаговременном введении кофеин способствует защите ДНК от воздействия радиации, т. е. является радиопротектором. Поэтому изучение на молекулярном уровне взаимодействия кофеина с ДНК, в том числе после воздействия радиации, является актуальным. Для построения адекватной модели, описывающей функционирование комплекса ДНК-кофеин и его радиопротекторные свойства, необходимо знание характеристик его водно-ионного окружения.

Изучение диэлектрических свойств и степени гидратации кофеина, ДНК, комплекса ДНК-кофеин, а также гамма облученного в дозе 800 Гр комплекса ДНК-кофеин было проведено методом дифференциальной КВЧ диэлектromетрии (длина волны 7,6 мм). Обнаружено, что образование комплекса сопровождается изменением диэлектрических свойств раствора. Для всех изученных веществ рассчитаны значения степени гидратации  $h$  (число молекул воды в пересчете на одну молекулу лиганда или один нуклеотид) и релаксационной длины волны. Установлено, что для кофеина  $h = 3$ , для ДНК  $h = 16$ , для комплекса ДНК-кофеин  $h = 14$ , а гамма облучение комплекса ДНК-кофеин приводит к некоторому увеличению количества связанной воды в растворе. Показано, что этот эффект может быть обусловлен ростом гидратации кофеина. Методом гель-электрофореза установлено, что степень полимерности облученного комплекса почти не отличается от степени полимерности нативного образца.

## ЗАВИСИМОСТЬ ГРАВИТРОПИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ КОРНЕЙ КРЕСС-САЛАТА ОТ АМПЛИТУДЫ ПЕРЕМЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КОМБИНИРОВАННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ.

Н.В. Шейкина<sup>1</sup>, Н.И. Богатина<sup>2</sup>, Е.Л. Кордюм<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Физико-технический институт низких температур НАН Украины  
пр. Ленина 47, г. Харьков, 61100, Украина*

<sup>2</sup>*Харьковский национальный университет, пл. Свободы 4, г. Харьков, 61075, Украина*

<sup>3</sup>*Институт ботаники, Национальная Академия Наук Украины  
ул. Терещенковская 2, г. Киев, 01004, Украина*

e-mail: [bogatina@ilt.kharkov.ua](mailto:bogatina@ilt.kharkov.ua), [Sheykina@ukr.net](mailto:Sheykina@ukr.net)

Было проведено подробное исследование гравитропической реакции корней кресс-салата в широкой области амплитуд переменной составляющей комбинированного магнитного поля. Величина амплитуды переменной составляющей комбинированного магнитного поля изменялась от 100 пТл до 35 мкТл. Полученные зависимости сравнивались с теорией параметрического резонанса для ионов кальция и водорода. Показано, что хотя положение максимумов согласуется удовлетворительно с предсказанными теорией параметрического резонанса, однако форма кривой зависимости достоверно отличается от теоретической. Это, скорее всего, связано с другим механизмом возникновения биологического эффекта в комбинированном магнитном поле. Предлагается другой механизм действия, адекватно объясняющий как положение амплитудного максимума, так и форму кривой.

## РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

### ИССЛЕДОВАНИЯ ОТРАЖЕНИЯ В ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛАХ СО СЛОЯМИ МЕТАМАТЕРИАЛА

А. Д. Архипов

*Факультет электроники, телекоммуникаций и компьютерных систем  
Днепропетровский национальный университет,  
ул. Науковая, д. 13, Днепропетровск, 49050, Украина,  
e-mail : [antonrk03@yandex.ru](mailto:antonrk03@yandex.ru), тел.: 8063-379-36-15*

В этой работе аналитически исследованы одномерные фотонные кристаллы, содержащие слои из метаматериалов ( $\epsilon < 0$ ,  $\mu < 0$ ). Нами изучена зависимость коэффициента отражения и прохождения от частоты для фотонных кристаллов с реальными параметрами метаматериалов [Th. Koschny, L. Zhang, L. and C. M. Soukoulis, Isotropic three-dimensional left-handed metamaterials, PHYSICAL REVIEW B 71, 121103-1 - 121103-4, 2005] и учетом частотной дисперсии.

Для исследования поведения волны внутри фотонного кристалла использован метод матрицы преобразования [М. Вольф, Э. Борн, Основы оптики, М.- Наука, 1972.]. Метод является аналитическим и широко используется для описания слоистых сред в рамках линейной задачи. Матрица преобразования связывает компоненты полей на границах рассматриваемой структуры.

Рассчитано два случая – для кристаллов в свободном пространстве и в волноводе. Проведен численный расчет четырехслойной структуры включающей два слоя метаматериала и получены пики на частотах 6,1 и 12,2 ГГц при  $S_{11}$  равных -51 дБ и -38 дБ соответственно. Следовательно, исследованный кристалл может использоваться как частотно-избирательная структура и её применение дает более крутую амплитудно-частотную характеристику, чем в случае использования обычных диэлектриков. Аналогичные результаты могут быть получены и для обычных диэлектрических структур, однако при этом необходимо использовать слои с большим  $\epsilon$  или увеличивать количество слоёв.

### ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ МАГНИТНЫХ ГРАНУЛ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОКОМПОЗИТНЫХ СТРУКТУР

Т.В. Багмут, С. В. Недух

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

В данной работе обсуждаются возможности динамических и статических методов магнитных измерений для описания топологических и магнитных характеристик наноконкомпозитов. Целью измерений является выбор подходящей модели.

В работе показано определение формы гранул в магнитной структуре  $\text{Co}_x(\text{TiO}_2)_{1-x}$  на основе анализа результатов ферромагнитного резонанса (ФМР). Исследования проводились на тонкопленочных магнитных гранулированных наноструктурах приготовленных методом тандемного радиочастотного магнетронного распыления из различных мишеней сплавов Co и

TiO<sub>2</sub> в атмосфері аргону і кисню на неохолоджувані скляні підкладки. Експеримент проводився при кімнатній температурі в області частот 38-45 ГГц.

Гранульовані наноструктури, як правило, являються складними системами, в яких існує розбіжність форм і розмірів магнітних частинок. Крім того, магнітне взаємодія сильно залежить від відстані, що призводить до утворення кластерної структури.

На основі аналізу ФМР результатів запропонована модель, описуюча гранулярну структуру як сімейство еліпсоїдальних магнітних кластерів.

Побудована гіпотеза, що дозволяє говорити про те, що частинки Co в зразку мають форму еліпсоїдів, сплюснутих по нормалі до площини зразка.

Показано, що з ростом концентрації магнітних гранул зростає внесок витягнутих по полю частинок. Для концентрацій магнітних фракцій вище порога перколяції розподіл гранул за формою стає практично незмінним. З аналізу даних ФМР в цій області концентрацій випливає, що основним типом взаємодії між спінами є обмінний.

## **РЕЗОНАНСНІ ЕФЕКТИ, ОБУМОВЛЕНІ ВОЗБУДЖЕННЯМ ПОВЕРХНІСНИХ ПЛАЗМОН-ПОЛЯРИТОНІВ В ВИРОЖДЕНІЙ ГЕОМЕТРИЇ**

Н. А. Балахонова, А. В. Кац

*Інститут радіофізики і електроніки ім. А.Я. Усикова НАН України  
61085, м. Харків, ул. Ак. Проскури, 12  
e-mail: natasha.balakhonova@ukrpost.net*

В роботі розглянуто резонансна дифракція на добре відбиваючій поверхні з періодично модульованим поверхневим імпедансом в виродженій геометрії ("штрихи" ґратки паралельні площині падіння). При певних умовах (двійний резонанс) можливо одночасне збудження двох поверхневих плазмон-поляритонів (ПП). Використаний простий аналітичний підхід до розв'язання сформульованої задачі дифракції ґратки оснований на модифікованій теорії збурень.

В околицях двійного резонансу проводиться додатково (порівняно з модифікованією теорією збурень) розклад за малими відстанями до резонансної кривої ПП немодульованої межі. Завдяки цьому результати представлені в універсальній автосиметричній формі. Використання отриманого представлення дозволило детально дослідити різноманітні резонансні ефекти для широкого класу ґраток, включаючи повне гасіння зворотного відбиття (ППЗО) довільно поляризованої падаючої хвилі. В частині, доведено існування особливих ґраток, дифракція на яких призводить до ППЗО довільно поляризованої падаючої хвилі при умові, що кут падіння відповідає золотому сеченню,  $\theta = \theta_G \cong \arcsin(\sqrt{5} - 1)/2 \cong 38.2^\circ$ .

Отримані результати можуть використовуватися для проектування нових оптичних і оптико-електронних пристроїв з унікальними властивостями.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ.

А.А. Бондарев, С.Ю. Карелин

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

Одним из основных методов исследования спин-поляризованного транспорта в гетеропереходах «ферромагнитный полупроводник-немагнитный полупроводник» является измерение их вольт-амперных характеристик (ВАХ). Как показано в [А.С.Борухович. Физика материалов и структур сверхпроводящей и полупроводниковой спиновой электроники. РАН, Институт химии твердого тела, Екатеринбург, 2004. – 175с.], ВАХ гетеропереходов должны зависеть как от температуры, так и от внешнего магнитного поля. При этом с целью уменьшения расхода криогенных жидкостей желательнее максимально сокращать время, затрачиваемое как на процесс измерений, проводимых в широком диапазоне температур (4.2 – 300К), так и обработку полученных результатов. В связи с этим целесообразным является измерение ВАХ на переменном токе, поскольку такой способ позволяет измерять каждую ВАХ за время, равное одному периоду переменного напряжения.

Целью данной работы была разработка методики измерений ВАХ, модернизация созданной ранее универсальной установки для исследования свойств полумагнитных полупроводников и проведение тестовых измерений.

Предложенный алгоритм измерений состоит в следующем. Производится протяжка магнитного поля в выбранном интервале значений. При наперед заданных значениях магнитного поля производится измерение ВАХ на переменном токе. В итоге записывается массив данных типа  $I=f(U, H)$  с последующей их обработкой.

Впервые измерены ВАХ нового класса гетеропереходов CdHgCrSe/MnHgTe. Обсуждаются особенности исследования высокочастотных характеристик этих гетеропереходов методом ЭПР на электронах проводимости с целью выяснения возможности использования гетеропереходов данного класса в качестве базового элемента СВЧ генераторов, перестраиваемых по частоте внешним магнитным полем.

## УПРАВЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ОДНОМЕРНОГО МАГНИТОФОТОННОГО КРИСТАЛЛА С «ДЕФЕКТНЫМ» СЛОЕМ

С.В. Черновцев

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

В последнее десятилетие многослойные периодические структуры (так называемые фотонные кристаллы) являются предметом интенсивных теоретических и экспериментальных исследований. Такое пристальное внимание исследователей обуславливается широким спектром применения этих структур в микро- и наноэлектронике, электронике миллиметровых длин волн.

При введении в периодическую структуру «дефектного» слоя, нарушающего периодичность, в спектре появляются резонансные линии пропускания на частотах определяемых параметрами «дефектного» слоя. Использование магнитных веществ, в частности

ферритов, в качестве материала для «дефектного» слоя дает возможность перестройки резонансной частоты с помощью магнитного поля в таких магнитофотонных кристаллах.

В работе рассмотрено распространение плоской линейно поляризованной волны в структуре, состоящей из ферритового «дефектного» слоя помещенного между двумя брэгговскими отражателями. Волновой вектор направлен перпендикулярно слоям. Внешнее постоянное магнитное поле направлено перпендикулярно волновому вектору. Рассчитана спектральная характеристика пропускания структуры при различных величинах магнитного поля. Расчеты проводились для миллиметрового диапазона длин волн методом матриц переноса. Экспериментально получены спектры пропускания структуры в диапазоне частот 28-38 ГГц при изменении магнитного поля от 3 кЭ до 7 кЭ. Результаты моделирования и эксперимента демонстрируют хорошее качественное совпадение.

В работе продемонстрирована сильная зависимость резонансной частоты структуры от внешнего магнитного поля, в частности, экспериментальная перестройка резонансной частоты составила более 7 ГГц в рассматриваемом диапазоне магнитных полей. Добротность резонансных колебаний в эксперименте составила 70-80. Затухание на резонансной частоте – минус 6 дБ. Результаты исследований позволяют утверждать, что такие структуры могут быть использованы в качестве перспективных элементов электронно-управляемых приборов миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн.

## МАГНИТО-РЕЗОНАНСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ (ПОЛУПРОВОДНИК/ГРАНУЛЯРНАЯ ПЛЕНКА) С ЭФФЕКТОМ ИНЖЕКЦИОННОГО МАГНЕТСОПРОТИВЛЕНИЯ

М.К. Ходзицкий<sup>1</sup>, А.А. Гирич<sup>2</sup>, С.Ю. Полевой<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>*Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники  
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4  
e-mail: khodzitskiy@ire.kharkov.ua*

Основными проблемами спинтроники являются эффективная генерация спин-поляризованного тока, инжекция спин-поляризованных электронов в немагнитный материал, возможность пространственного переноса и изменения спиновой поляризации при комнатной температуре. Эффект Инжекционного Магнетосопротивления (ИМС), который связан со спиновым-поляризованным транспортом, наблюдался в гетероструктурах полупроводник/гранулярная пленка [Л.В. Луцев и др., Письма в ЖЭТФ 81(10), 636 (2005)] и мог достигать 5200% при комнатной температуре. Одна из важных задач исследования таких структур – определение основных типов взаимодействий между магнитными гранулами и атомами, которые ответственны за эффект ИМС.

В данной работе было исследовано магниторезонансное поглощение в гетероструктурах полупроводник/гранулярная пленка с наночастицами Co, в которых наблюдается эффект ИМС: GaAs/SiO<sub>2</sub>+Co<sub>x</sub> (x%=85, 73, 60, 50, 39) и Si/SiO<sub>2</sub>+Co<sub>x</sub> (x%=85, 73, 50). Были зарегистрированы линии Ферромагнитного Резонанса (ФМР) методом Электронного Спинового Резонанса (ЭСР) при температуре 300 К и 4.2 К в диапазоне частот 37-41 ГГц и 68-78 ГГц. Были проанализированы зависимости ширины линии от концентрации Co. Было уставлено влияние типа полупроводника на поглощение в гетероструктуре. На основе экспериментальных данных был проведен расчет зависимостей намагниченности насыщения M<sub>S</sub> гетероструктуры от концентрации Co. Неожиданное предельное значение намагниченности насыщения с уменьшением концентрации Co обсуждается. Предположение, что пленка SiO<sub>2</sub>+Co<sub>x</sub> может быть рассмотрена, как двухслойная магнитная структура подтверждено ФМР измерениями.

## РАЗРУШЕНИЕ ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ СПЕКТРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДИССИПАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СЛОИСТО-ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ, ПОМЕЩЕННОЙ В МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Булгаков А.А., Кононенко В.К., Костылева О.В.

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

В данной работе рассмотрены зонные спектры электромагнитных волн в периодической структуре полупроводник-диэлектрик, помещенной в магнитное поле. Направление приложенного магнитного поля и направление оси периодичности совпадают. Рассматриваются волны, распространяющиеся в плоскости вектора магнитного поля. Изучено влияние диссипативных процессов в полупроводниковом материале на характер зонного спектра и на затухание собственных волн.

Показано, что при рассматриваемом направлении магнитного поля в зонном спектре периодических структур возникает специфическая область циклотронных волн, образованная многочисленными узкими разрешенными зонами. Получено, что дисперсионными свойствами исследуемых волн можно эффективно управлять с помощью внешнего магнитного поля. Показано, что учет потерь приводит к возникновению поворота дисперсионных кривых, ограничивая при этом минимальное значение фазовой скорости волны. Затухание при малых значениях волнового числа мало. По мере приближения к частотам, на которых имеет место загиб, затухание существенно возрастает. Обнаружено, что при больших значениях частоты столкновений из-за значительного затухания волн зонная структура разрушается. Отметим, что с увеличением номера зоны затухание коллективных циклотронных волн возрастает.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР И ЭПР КЛАСТЕРА.

О.В. Кравчина<sup>1</sup>, М. Kajnakova<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>*Физико-технический институт низких температур НАН Украины,  
пр.Ленина 47, Харьков, 61103, Украина.*

<sup>2</sup>*Department of Experimental Physics Faculty of Sciences, P. J. Safarik University,  
Park Angelinum 9, 04154, Kosice, Slovakia  
E-mail: kravchina@ilt.kharkov.ua*

Было проведено исследование ЕПР спектра метало-органического соединения СТNI на частоте 72,8 ГГц и в температурном диапазоне от 2 до 40 К.

При  $T > 15$  К имеет типичный вид для порошкового образца при  $S = 1/2$  и слабой анизотропией g-фактора.

При низких температурах форма полосы поглощения изменяется. Появляется дополнительный пик в начале полосы поглощения. В то же время, пик сдвигается в более высокополевую область.

Такое необычное поведение может быть связано с образованием внутрикластерных магнитных корреляций, которые приводят переходам между энергетическими уровнями в тетрамере. Поэтому собственные функции были посчитаны путем диагонализации гамильтониана. Была определена матрица переходов для нашей рабочей частоты. Согласно расчетам появляются дополнительный резонансный переход в спектре кластера. Интенсивность этого перехода будет уменьшаться с увеличением температуры.

## НЕОДНОРОДНОСТИ ВНУТРЕННИХ ПОЛЕЙ В СВЕРХРЕШЕТКАХ Co/Cu (111)

К.В. Кутько<sup>1</sup>, А.И. Каплиенко<sup>1</sup>, Э.П. Николова<sup>1</sup>, А.Г. Андерс<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Фізико-технічний інститут низких температур ім.Б.И Веркина НАН України  
61103, г. Харків, пр. Леніна, 47

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина  
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4  
e-mail: kkutko@ilt.kharkov.ua

В данной работе проведены измерения угловых зависимостей спектров ферромагнитного резонанса для многослойных систем [Co (8Å)/ Cu (d<sub>Cu</sub>) (111)]<sub>20</sub>, полученных методом магнетронного распыления. Целью данной работы было получить информацию о неоднородности внутренних полей, формирующих ширину линии ФМР.

Вклад неоднородностей в уширение резонансной линии для многослойных пленок может быть представлен в виде:

$$\Delta H = \Delta H_0 + \left| \frac{\partial H_{res}}{\partial \mathcal{G}_H} \right| \Delta \mathcal{G}_H + \left| \frac{\partial H_{res}}{\partial H_{eff}} \right| \Delta H_{eff} + \left| \frac{\partial H_{res}}{\partial H'_{eff}} \right| \Delta H'_{eff}$$

где  $H_{res}$  -резонансное поле на фиксированной частоте. Величина  $H_{res}$  зависит от ориентации поля,  $\Delta \mathcal{G}_H$  – распределение ориентаций кристаллографических осей на различных участках пленки,  $\Delta H_{eff}$ ,  $\Delta H'_{eff}$  – неоднородности эффективного поля в образце.

Параметры  $\Delta \mathcal{G}_H$ ,  $\Delta H_{eff}$  и  $\Delta H'_{eff}$  рассчитаны для всех образцов системы. В работе обсуждается зависимость этих параметров от толщины немагнитного слоя меди и возможные корреляции с аналогичными зависимостями параметров анизотропии.

## ИЗМЕНЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛОВ ZnSe ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Д. В. Лузин, О. В. Хмеленко, С. А. Омельченко  
Днепропетровский национальный университет  
49050, г. Днепропетровск, ул. Научная, 13  
e-mail: [khmelenko@ukr.net](mailto:khmelenko@ukr.net)

В данной работе проводились исследования изменений спектров ЭПР ионов  $Mn^{2+}$  в кристаллах селенида цинка, после их нахождения в переменном электрическом поле  $f = 50$  Гц с напряженностью  $E = 4 \times 10^4$  В/см. Анализ наблюдаемых изменений свидетельствует, что после такого воздействия концентрация ионов  $Mn^{2+}$  уменьшается. В соответствии с результатами предыдущей работы [3<sup>rd</sup> International conference on materials science and condensed matter physics, Chisinau, Moldova, October 3-6, P.87], в которой подобное поведение концентрации наблюдалось после пластической деформации, наблюдаемые изменения являются следствием взаимодействия отрицательно заряженных дислокаций с марганцевыми центрами. Для проверки данного предположения проводились дополнительные исследования влияния внешнего электрического поля на кристаллы сульфида цинка. Известно, что в сульфиде цинка пластическая деформация приводит к изменению кристаллической структуры, но не влияет на концентрацию ионов  $Mn^{2+}$ . Спектры ЭПР в сульфиде цинка после приложения поля показали, что поле вызвало изменение кристаллической структуры кристаллов, но не привело к изменению концентрации ионов марганца. На основании этих экспериментов можно сделать вывод, что электрическое поле влияет на дефектную структуру кристаллов ZnS и ZnSe. В работе [ЖТФ, 2003, т.73, вып. 10, с. 134-138] были обнаружены изменения кристаллической структуры и некоторых физических свойств кристаллов ZnSe под воздействием сильного переменного электрического поля с  $f = 50$  Гц. Однако природа этих изменений до конца осталась невыясненной. На основании проведенных исследований мы считаем, что изменения структуры носят дислокационный характер.

## ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХРЕШЕТКИ БЕЗ РАЗРЫВОВ ЗОН ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ИНЖЕКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В КВАНТОВО-КАСКАДНЫХ СТРУКТУРАХ

М.В. Клименко, С.В. Петров, И.М. Сафонов, А.В. Шулика

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

В настоящее время существует большой практический интерес к излучению ТГц диапазона частот. Очень перспективными для генерации или детектирования излучения этого диапазона являются квантово-каскадные структуры.

В этой работе предлагается использовать сверхрешетку без разрывов зон для эффективной инжекции носителей заряда в активную область квантово-каскадного лазера. Такая сверхрешетка не имеет разрывов края одной из зон на гетерогранице, но обладает пространственной зависимостью эффективной массы. В работе исследуется спектр коэффициента прохождения электронов в сверхрешетке без разрывов зон. Результаты показывают, что в таких структурах в баллистическом пределе может наблюдаться эффект Брегга для носителей заряда, который обусловленный периодическим изменением эффективной массы в пространстве. Этот эффект предлагается использовать в качестве альтернативы туннельной инжекции. В работе показано, что инжектор, основанный на сверхрешетке без разрывов зон, позволяет более эффективно создавать инверсию населенностей в активной области за счет интенсивной разгрузки нижнего лазерного уровня и блокирования утечки носителей с лазерного уровня.

## ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТА ГИГАНТСКОГО МАГНИТНОГО ИМПЕДАНСА В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРОВОДИМОСТИ МАГНИТНОЙ НАНОРАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ

С.В. Недух, М.К. Ходзицкий

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины*  
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12  
e-mail: [sv\\_grey@ire.kharkov.ua](mailto:sv_grey@ire.kharkov.ua)

Магнитные наноструктуры, демонстрирующие эффекты Гигантского Магнитного Импеданса (ГМИ) и Туннельного Магнитного Импеданса (ТМИ), особенно интересны сегодня с точки зрения их технологического применения. В частности, возможность использования таких объектов как сенсоров магнитного поля в мегагерцовом диапазоне, базовых элементов спинтроники (диоды, транзисторы) успешно исследуется в настоящее время [I. Zutic, J. Fabian, S. Das Sarma, Rev. Mod. Phys. 76 (2004) 323].

В настоящей работе обсуждается первый эксперимент в мм диапазоне ( $f=34$  GHz) по изучению вклада компонент, отвечающих за поглощение и дисперсию в эффекте ГМИ в мультислойных магнитных наноразмерных пленках Co/Cu [D. Belozorov, V. Derkach, S. Nedukh, S. Tararov, et al., J. Magn. Magn. Mater. 263 (2003) 315] и эффекте ТМИ в гранулярных CoAlO пленках.

Нами использовался Agilent Network Analyzer PNA-L N5230A для одновременного и/или отдельного детектирования модуля и фазы коэффициента прохождения электромагнитной волны  $\dot{T}$ , распространяющейся через образец. Также напрямую был измерен СВЧ импеданс

$\dot{Z} = Z' + iZ''$  цепи, включающей образец (помещенный в электродинамическую экспериментальную ячейку), как функция внешнего магнитного поля.

Обнаружены максимальная величина относительного модуля комплексного коэффициента прохождения 2% и сдвиг его фазы  $\Delta\varphi_T \approx 1^\circ$ . Обсуждается взаимосвязь между комплексным импедансом  $\dot{Z}$  и эффективной проводимостью магнитной наноструктуры.

## РАССЕЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОНОВ НА ДЕФЕКТАХ ПОВЕРХНОСТИ И ИМПЕДАНСА

А.Ю. Никитин<sup>1,2</sup>, F. López-Tejeira<sup>2</sup>, L. Martín-Moreno<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Universidad de Zaragoza, Departamento de Física de la Materia Condensada,  
Zaragoza, 50009, Spain  
e-mail: alexeynik@rambler.ru

Исследование локализованных на границах раздела металл-диэлектрик электромагнитных возбуждений, или поверхностных плазмонов (ПП), приобрело важное значение из-за появившихся экспериментальных возможностей конструирования суб-волновых фотонных контуров. Для создания таких контуров необходимо изучить физику рассеяния ПП на дефектах поверхностей, которые могут выступать в роли излучателей, плазмонных Брэгговских зеркал и даже субволновых интерферометров. Однако, в то время как многие теоретические работы были направлены на рассмотрение рассеяния ПП шероховатыми поверхностями, рассеяние локализованными простейшими дефектами до сих пор мало изучено.

В данной работе нами использовано приближение Рэллея вместе с импедансными граничными условиями Леонтовича на границе раздела металл-вакуум, учитывающими геометрию поверхности. Выведено интегральное уравнение, описывающее рассеяния ПП на произвольных неоднородностях, которыми могут являться пространственные вариации как рельефа, так и поверхностного импеданса металла. Не смотря на простоту интегрального уравнения, оно обеспечивает высокую точность решения задачи, как показано сравнением с результатами, полученными при помощи метода модового разложения (метода, применимого к углублениям в поверхности любой амплитуды и выходящего за рамки Рэлеевского разложения). Благодаря своей простоте, развитый нами теоретический метод позволяет описывать эффекты, возникающие при рассеянии ПП аналитически. Для частного случая уединенной неоднородности мы провели детальный анализ коэффициентов отражения, прохождения и рассеяния в однородные волны от параметров, определяющих геометрическую форму дефекта. Нами показано, что излучаемый при рассеянии поток энергии для дефекта импеданса направлен вперед (по отношению к распространению ПП), в то время как в случае дефекта рельефа он может быть направлен как вперед, так и назад – в зависимости от протяженности дефекта.

Частичная финансовая поддержка осуществлялась в рамках INTAS YS Fellowship grant Nr 05-109-5206.

## ОСОБЕННОСТИ НЕЛИНЕЙНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ДЛЯ ЗОННОГО СПЕКТРА

А.А. Булгаков<sup>1</sup>, Е.А. Ольховский<sup>2</sup>, О.В. Шрамкова<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Национальный технический университет „Харьковский политехнический институт”  
61002 г. Харьков, ул. Фрунзе, 21  
E-mail: olkhovskiy@ukr.net

Целью нашей работы является исследование возможности увеличения эффективности нелинейного взаимодействия при использовании периодических структур содержащих нелинейные слои. Это связано с тем, что в периодической структуре возможно возникновение специфических нелинейных резонансов. Эти резонансы возникают в результате набега фаз электромагнитных полей взаимодействующих волн, связанных с периодичностью структуры. Аналогичный резонанс в однородных структурах не существует.

Рассматривается периодическая неограниченная структура, образованная повторением двух слоев диэлектриков. Предполагаем, что первый слой – нелинейный диэлектрик, который обладает анизотропией класса  $\bar{4}2m$ . Второй слой – изотропный однородный диэлектрик.

Отличительная особенность данной задачи состоит в том, что для изотропного однородного диэлектрика уравнения Максвелла распадаются на две независимые поляризации с компонентами полей  $E_x, E_z, H_y$  (ТМ волны) и  $H_x, H_z, E_y$  (ТЕ волны), а в анизотропном нелинейном диэлектрике нелинейные слагаемые для компонентов полей одной поляризации входят в состав уравнений другой поляризации.

В работе численно было получено решение условий синхронизма. Также получены зависимости амплитуд взаимодействующих волн от времени.

## МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ ЗОНАМИ ОТРАЖЕНИЯ

А.И. Павлов<sup>1</sup>, С.И. Тарапов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники  
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14  
e-mail: artemiy@pavlov.in.ua

<sup>2</sup>Институт Радиофизики и Электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины  
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12

На данный момент наблюдается растущий интерес к исследованию магнитофотонных кристаллов, которые могут служить основой для множества устройств, таких как управляемые фильтры и логические ответвители. В данной работе представлены результаты математического моделирования одномерных фотонных кристаллов на основе диэлектрических, парамагнитных и металлических слоёв. Моделирование производилось в диапазоне частот 10..100 ГГц с использованием метода матриц переноса, квазиклассической модели парамагнитного резонанса и учётом диэлектрических и магнитных потерь.

Показано, что в металлодиэлектрических фотонных кристаллах перспективным является режим работы на отражение; при этом толщина металлического слоя должна быть существенно меньше глубины скин-слоя. Наличие металлических слоёв даёт возможность варьирования формы зон отражения и поглощения. Предложена концепция образования зонной структуры

кристалла за счёт двух слоёв диэлектриков и последующая подгонка формы зон отражения подбором параметров металлического слоя.

При замещении одного из диэлектриков диэлектриком с парамагнитными свойствами, появляется возможность управления зонной структурой фотонного кристалла при помощи внешнего постоянного магнитного поля. Таким образом, в данных металлодиэлектрических структурах появляются три стадии формирования зон отражения: задание основного спектра комбинацией слоёв диэлектрик/парамагнетик, сглаживание формы (крутизны) зон металлическим слоем, и перестройка внешним магнитным полем (в том числе в реальном времени). Расчитанные структуры позволяют вести перестройку спектра с разрешением 0,28 МГц на 1 Э магнитного поля.

Описанные одномерные металлодиэлектрические магнитофотонные кристаллы представляют интерес с фундаментальной точки зрения – как модель трех-элементного фотонного кристалла, работающего в широком диапазоне частот (от радио до оптических). Оценки показывают, что модельные эксперименты таких систем могут быть реализованы в миллиметровом диапазоне длин волн.

Кроме того, описанные структуры могут быть эффективно использованы при решении прикладных задач. В частности на их основе могут быть построены отражательные фильтры миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов с возможностью создания заданной формы спектра (например, полосно-пропускающих фильтров с определённой крутизной спада) и частотной перестройки посредством магнитного поля.

## **РАДИАЛЬНО СЛОИСТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ ДЛЯ ДИЭЛЕКТРОМЕТРИИ**

И. А. Шипилова

<sup>1</sup>*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины  
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12  
e-mail: [shipilova@ire.kharkov.ua](mailto:shipilova@ire.kharkov.ua)*

Радиально двухслойный цилиндрический резонатор, ограниченный проводящими торцевыми поверхностями, можно использовать для определения диэлектрической проницаемости веществ. При этом исследуемое вещество помещается во внутренний слой резонатора. Проведенный численный анализ показал, что только тонкий внешний слой исследуемого вещества влияет на электромагнитное поле собственных колебаний.

В связи с этим для исследования веществ, занимающих малые объемы, целесообразно ввести в такой резонатор дополнительный радиальный слой. Проведены исследования радиально трехслойного цилиндрического резонатора с идеально проводящими торцевыми поверхностями. Получено характеристическое уравнение, которое позволяет определить собственную комплексную частоту резонатора.

Проведены численные исследования резонатора с колебаниями "шепчущей галереи" в восьмимиллиметровом диапазоне длин волн. В качестве внутреннего и внешнего слоев резонатора использовался фторопласт, а средний слой заполнялся исследуемым веществом. Получены зависимости собственной частоты и добротности резонатора от радиуса его внутреннего слоя при различных толщинах среднего слоя. Также получены зависимости частоты и добротности от диэлектрической проницаемости среднего слоя при фиксированных геометрических размерах резонатора.

Радиально двухслойный и трехслойный цилиндрические диэлектрические резонаторы могут быть использованы и используются в ИРЭ НАН Украины для определения комплексной диэлектрической проницаемости веществ как с малыми, так и с большими потерями.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С БАЗОВОЙ P-I-N СТРУКТУРОЙ

Л.П. Шуба<sup>1</sup>, М.В. Кириченко<sup>1</sup>, В.Р. Копач<sup>1</sup>, В.А. Антонова<sup>2</sup>, А.М. Листратенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»  
61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21

<sup>2</sup>Государственное предприятие «Научно-исследовательский технологический институт приборостроения», 610010, г. Харьков, ул. Примакова, 40/42  
e-mail: Lshuba@mail.ru

В настоящее время КПД серийных образцов отечественных фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) космического назначения с  $n^+$ -р гомопереходом на основе кремния марки КДБ-10 при 25 °С и облучении заатмосферным солнечным светом (режим АМ0) составляет 13-14 %, что примерно на 6-7 % ниже КПД лучших зарубежных аналогов. Ключевой причиной этого является различие в плотностях фототока  $J_{\text{ф}}$  таких ФЭП: 40-42  $\text{мА/см}^2$  у отечественных и 48-49  $\text{мА/см}^2$  у зарубежных. Так как одним из радикальных способов увеличения  $J_{\text{ф}}$  является повышение времени жизни неосновных носителей заряда в базовом полупроводниковом слое ФЭП, которое, как известно, растет со снижением концентрации легирующей примеси, целесообразным представляется исследование возможности разработки высокоэффективных кремниевых ФЭП с базовой р-і-n структурой. Указанные обстоятельства инициировали проведение настоящей работы.

В связи с изложенным изготовлены и исследованы тестовые образцы ФЭП такого типа на основе очень слабо легированных фосфором кристаллов кремния і(n<sup>-</sup>)-типа проводимости толщиной около 300 мкм с удельным сопротивлением 4000 Ом·см. Слои р- и n-типа толщиной около 1 мкм образованы согласно технологии, используемой в серийном производстве. Плотность фототока ФЭП определялась по нагрузочным световым вольт-амперным характеристикам, измеренным при 25 °С в режиме облучения АМ0. Обнаруженное значение  $J_{\text{ф}} = 48,6 \text{ мА/см}^2$  является рекордным для отечественных монокристаллических кремниевых ФЭП, что обуславливает целесообразность разработки таких приборов с базовой р-і-n структурой. Сформулированы предложения по усовершенствованию конструкции тестовых образцов кремниевых ФЭП с р-і-n структурой, обеспечивающему увеличение их КПД до 20 %.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ПОЛУПРОВОДНИКЕ

О.А. Замураев

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

Исследование влияния внешнего магнитного поля на характеристики распространения поверхностных волн в полупроводнике представляет интерес с точки зрения изучения свойств полупроводниковой плазмы.

В докладе приводятся результаты экспериментов по исследованию влияния внешнего магнитного поля на характеристики распространения поверхностных волн в полупроводниковом образце из InSb в 4-мм диапазоне при температуре полупроводника 77 К. Частично заполненный полупроводником прямоугольный волновод, помещен во внешнее магнитное поле, величина индукции которого может меняться от 500 до 10000 Гс. Используется

методика, позволяющая измерять одновременно фазовую константу и постоянную затухания при различных значениях магнитного поля. Экспериментально подтверждено существование области значений магнитного поля, при которых наблюдается эффективное взаимодействие проходящей СВЧ волны с поверхностной волной в полупроводнике, при этом фазовая скорость волны становится существенно меньшей скорости света. Полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с результатами расчета.

Результаты проведенных экспериментов могут служить основой для дальнейшего развития исследований в этом направлении.

## **ПРО ОСОБЛИВОСТІ МІЖДОЛИННОГО РОЗСІЯННЯ В $n$ -Si**

Р.М.Семенченко, Д.А.Захарчук

*Луцький державний технічний університет  
м. Луцьк, вул. Львівська, 75, 43018, Україна, e-mail: [harrysem@mail.ru](mailto:harrysem@mail.ru)*

Об'єм та обґрунтованість наявної в науковій літературі інформації про специфіку розсіяння носіїв заряду в  $n$ -Si сильно поступаються рівню знань цього питання для  $n$ -Ge.

Розсіяння носіїв заряду в  $n$ -Si характеризується рядом особливостей, що пов'язано, в першу чергу, з суттєвою роллю міждолинного розсіяння.

Аналіз міждолинного розсіяння на основі експериментів проводився багатьма авторами. Одні автори приходять до висновку, що домінуючим є  $f$ -розсіяння (переходи електронів в ізоенергетичні еліпсоїди, що знаходяться на осях, перпендикулярних до довгої осі даного еліпсоїда), інші знаходять більш суттєвим  $g$ -розсіяння (переходи електронів з даного еліпсоїда в інший еліпсоїд, довга вісь якого співпадає з довгою віссю даного еліпсоїда). Викладена вище невідповідність в інтерпретації такого роду даних, ймовірно, зумовлена далеко не простою процедурою розрахунку, в яку необхідно вводити різні наближення.

З метою в'яснення ролі  $f$ - і  $g$ -переходів у міждолинному розсіянні, нами досліджено ефект поздовжнього п'єзоопору, пов'язаний з міжмінімумним переселенням носіїв заряду при одновісній пружній деформації  $n$ -Si для випадку  $X // J // [100]$  в умовах акустичного й змішаного розсіяння.

Отримано вираз, що описує перерозподіл носіїв заряду між долинами, які опускаються і піднімаються при наявності міждолинного розсіяння для кристалів в умовах переважно акустичного розсіяння. На основі експериментальних даних та теоретичних розрахунків з застосуванням даного виразу для кристалів в умовах змішаного розсіяння, показано визначальну роль  $f$ -переходів у міждолинному розсіянні.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИЭЛЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СМЕСЕЙ СЫПУЧИХ ВЕЩЕСТВ.**

Кривенко Е.В., Кириченко А.Я., 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](mailto:lutsenko@ire.kharkov.ua)*

В работе исследовалась оценка процентного соотношения смесей, состоящих из заданных компонентных материалов  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  в различных пропорциях, при производстве цемента на различных стадиях технологического процесса

Исследованы добротности собственных колебаний аксиально слоистой структуры, состоящей из слоя исследуемого диэлектрика, расположенного в кювете параллельно торцевой поверхности частично экранированного полудискового диэлектрического резонатора.

Установлено, что внесение в поле резонатора параллельно его боковой поверхности на некотором прицельном расстоянии исследуемого образца диэлектрика приводит к изменению собственных частот резонатора и его добротности тем больше, чем выше значения действительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости исследуемого материала. Исследовано влияние типа диэлектрика и прицельного расстояния на частоту и добротность резонанса для различных типов колебаний.

## **ОТКРЫТЫЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАТОР, ВОЗБУЖДАЕМЫЙ ЕМКОСТНОЙ ЩЕЛЬЮ, КАК ЯЧЕЙКА ДИЭЛЕКТРОМЕТРА.**

Кривенко Е.В., Кириченко А.Я., 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*

В работе экспериментально исследована возможность возбуждения емкостной щелью колебаний типа «шепчущей галереи» в открытом цилиндрическом резонаторе. Исследовалось распределение волнового поля в объеме резонатора при помощи метода малой возмущающей неоднородности, которая вносилась в поле резонатора, определены зависимости добротности, собственной частоты резонанса от положения возбуждающей щели. Изучались спектры колебаний резонатора в зависимости от расстояния между торцом запитывающей щели и резонатором. Рассмотрена возможность использования таких резонаторов для стабилизации частоты генератора на основе диода Ганна и исследовано влияние на частоту, мощность и крутизну электронной перестройки элемента подстройки в виде поршня, вводимого по радиусу в полость резонатора.

## **СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ: РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА**

### **ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ЭПР И ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КРИСТАЛЛОВ ZnS**

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

*Днепропетровский национальный университет  
49050, г. Днепропетровск, ул. Научная, 13  
e-mail: agor@ukr.net*

В [ФТТ, 2006, т. 48, вып. 5, с. 830-834] было показано, что быстрая диффузия Zn по дислокационным трубкам приводит к перезарядке примесных ионов  $\text{Cr}^{2+}$  и появлению в спектрах ЭПР кристаллов ZnS линии ионов  $\text{Cr}^+$ , локализованных вокруг дислокаций в атмосферах Коттрелла, которые могут быть использованы в качестве парамагнитных зондов для регистрации малых перемещений дислокаций.

Данная методика была использована для изучения процессов происходящих в монокристаллах ZnS при действии ультразвуковых (УЗ) колебаний с мощностью меньшей порога возникновения акустолюминесценции. Исследования спектров ЭПР показали, что при воздействии на кристаллы УЗ колебаний g-фактор и ширина линий центров  $\text{Cr}^+$  и  $\text{Mn}^{2+}$  не изменяются. Интенсивность линий  $\text{Mn}^{2+}$  также остается постоянной, в то время как для линий центров  $\text{Cr}^+$  наблюдается значительное (до  $\sim 25\%$ ) уменьшение интенсивности. После

прекращения действия УЗ колебаний интенсивность линий ЭПР  $\text{Cr}^+$  восстанавливается не полностью (до  $\sim 95\%$  от первоначального значения). Показано что, наблюдаемые изменения сигнала ЭПР  $\text{Cr}^+$  свидетельствуют о том, что упругие механические колебания УЗ частоты вызывают обратимые смещения ростовых дислокаций в пределах атмосфер Коттрелла.

В работе также исследовано влияние УЗ колебаний на фотолюминесценцию кристаллов сульфида цинка в голубой ( $\lambda_{\text{макс}}=450\text{нм}$ ) области спектра. Показано, что изменения интенсивности ФЛ и смещения дислокаций коррелируют, что указывает на их связь и объясняет природу процесса.

## **ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ОКСИДНО-ЦИНКОВОЙ КЕРАМИКИ**

А.Ю. Ляшков, И.В. Гомилко, Е.В. Ковалева

*Днепропетровский национальный университет  
Украина, 49050, Днепропетровск  
e-mail: vgnu@yandex.ru*

В настоящее время в твердотельной электронике в качестве первичных преобразователей информации о составе газовой среды находят широкое применение полупроводниковые сенсоры на основе оксидов металлов. Однако, наряду с такими, безусловно, положительными качествами как высокая чувствительность и стабильность, эти приборы обладают низкой селективностью к компонентам детектируемой газовой смеси.

В работе представлены данные о газочувствительных свойствах керамики  $\text{ZnO}$  с добавкой серебра к парам спиртов. Обнаружены характерные особенности кинетических зависимостей электропроводности, позволяющие различать первичные и вторичные спирты.

Предложена модель описания чувствительности электропроводности керамики к парам этилового спирта. Эта модель использует представления о распаде паров этилового спирта на оксиде цинка, в ходе которого происходит распад молекулы спирта на альдегид и водород. Полученные результаты свидетельствуют об адекватности предложенной модели экспериментальным данным.

## РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ

### АНАЛІЗ ПОКРИТТЯ ЧЕРНОГО МОРЯ СИСТЕМОЙ NAVTEX С ЦЕЛЮ УЛУЧШЕННЯ ПРИЕМА ІНФОРМАЦІЇ ПО БЕЗОПАСНОСТІ МОРЕПЛАВАННЯ

П.А. Бугаєв, И.Л. Афонин

*Севастопольский национальный технический университет  
99011, г. Севастополь, ул. Гоголя, 23  
e-mail: tcsntu@stel.sebastopol.ua*

Включение системы НАВТЕКС, представляющей собой глобальную береговую телексную связь в состав обязательного судового радиоборудования, является концептуальной основой системы ГМССБ. Станции системы НАВТЕКС передают навигационные и метеорологические предупреждения, информацию о проведении поисковых и спасательных операций, а также информацию по безопасности мореплавания. Приёмники НАВТЕКС работают на международной частоте 518 кГц. При этом передающие станции должны обеспечивать дальность вещания в радиусе не менее 400 морских миль. Целью работы является анализ покрытия зоны Черного моря системой НАВТЕКС. В акватории Черного моря расположено 6 передающих станций в 4 странах, а именно, на Украине (2 станции), в России (1 станция), в Турции (2 станции) и в Болгарии (1 станция). Исходя из анализа покрытия, можно отметить, что станции Керчь и Одесса охватывают всё побережье Украины, станция Новороссийск обеспечивает передачу сообщений в территориальных водах России и части Грузии. Турецкие станции покрывают практически всю акваторию Турции. Станции Варна, Стамбул и Одесса осуществляют передачу на всё западное побережье Чёрного моря. Необходимо отметить, что юг Грузии, в том числе Батуми, и часть побережья Турции не попадают в зону покрытия станций НАВТЕКС. Таким образом, можно резюмировать следующие рекомендации: расположить ещё одну дополнительную передающую станцию в городе Батуми (Грузия), с целью охвата территории восточной акватории Чёрного моря; для улучшения качества приёма сообщений в районе Крымского полуострова рекомендуется установить передающую станцию в городе Севастополь (Украина), так как станция, расположенная в городе Керчь (Украина), в основном ориентирована на Азовское море.

### МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПОЗДОВЖНЬОГО РОЗМІРУ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ЦІЛІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БАГАТОЧАСТОТНОГО СИГНАЛУ З ОБМЕЖЕНОЮ КІЛЬКІСТЮ ЧАСТОТ

Д.Г.Васильев

*Об'єднаний науково-дослідний інститут Збройних Сил  
61023, м.Харків, вул. Динамівська, 3-а*

Останнім часом розглядаються питання по використанню багаточастотних сигналів (БЧС) для вирішення різних радіолокаційних задач. У теж час існують радіолокаційні станції (РЛС), що перебувають на одній позиції, частоти яких для забезпечення радіоелектронної сумісності декілька рознесені. В доповіді проаналізована інформація про геометричні характеристики радіолокаційної цілі, яка міститься в коефіцієнті кореляції огинаючих квадратів амплітуд відбитих сигналів при використанні двочастотного та трьохчастотного зондуючого сигналу в РЛС з суміщеним прийомом. Показано, що розглядаєми коефіцієнт кореляції визначається кількістю відбиваючих елементів цілі та її розмірами уздовж лінії візування РЛС. Описаний

метод визначення поздовжнього розміру радіолокаційної цілі при використанні двочастотного сигналу по коефіцієнту кореляції огинаючих квадратів амплітуд відбитих сигналів при наявності на цілі великої кількості відбиваючих елементів. Розроблені метод та пристрій визначення поздовжнього розміру радіолокаційної цілі, які дозволяють виключити залежність точності визначення розміру від апріорної невизначеності величини кількості відбиваючих елементів цілі. Даний метод заснований на проведенні сумісної оцінки коефіцієнтів кореляції між огинаючими квадратів амплітуд сигналів, які відбиті з розносом частот  $\sim (2 \dots 2,5)$  МГц та між відповідними огинаючими сигналів з розносом частот  $\sim 10$  МГц.

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИГНАЛА ПРИ КОНТРОЛЕ ПРОТЯЖЕННОГО ОТРАЖАТЕЛЯ РЕТРАНСЛЯЦИОННЫМ ИЗМЕРИТЕЛЕМ**

Е.И. Вдовиченко

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

Ретрансляционный метод измерения имеет ряд преимуществ перед обычным радиолокационным способом при СВЧ измерениях. Целью данного исследования является определение законов распределения амплитуды, фазы и мощности сигнала, отраженного протяженным флуктуирующим отражателем, параметры которого измеряются с помощью ретрансляционной измерительной системы и сравнение с закономерностями для радиолокационного случая. Это позволит сделать эффективнее применение измерителя. Реальные отражатели, с которыми работают системы технической диагностики, являются флуктуирующими, находятся на сравнительно небольших удалениях и имеют большое число пространственно разнесенных отражающих элементов, геометрическое расположение которых, должно учитываться при диагностике. В этой работе для контроля выбраны следующие известные тела вращения, заполненные точечными отражателями по всему объему: сфера, конус, цилиндр. По полученным в результате моделирования на компьютере результатам видно, что распределения для ретрансляционного метода отличаются от радиолокационного случая. При отсутствии в составе отражателя стабильной составляющей, суммарный сигнал образуется в результате сложения случайных составляющих и все фазы равновероятны. По мере увеличения амплитуды стабильной составляющей фаза результирующего сигнала все меньше и меньше отличается от фазы этой составляющей. Распределение фазы для ретрансляционного измерителя шире, чем для радиолокационного случая. Распределение амплитуды и мощности сигнала определяется распределением суммарной ЭПР протяженного отражателя.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМНОЙ ВОЛНЫ ВЕЩАТЕЛЬНЫХ РАДИОСТАНЦИЙ В ДОПЛЕРОВСКОЙ КВ РЛС**

А.В. Вичкань, П.А. Мельяновский, А.И. Шуть

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

В данной работе рассматривается применение земной радиоволны, возникающей и распространяющейся над сушей при работе радиостанций КВ вещания, в доплеровской многопозиционной КВ РЛС [P.A.Melyanovsky, I.S.Turgenev//Tel. and Rad. Ing., 1997, v.51, №2-3].

Земная волна с вертикальной поляризацией распространяется на значительные расстояния и может быть использована в качестве зондирующего сигнала РЛС.

Для реализации изложенного метода радиолокации создан макет двухпозиционной доплеровской КВ РЛС. Макет содержит приемную антенну из ортогональных рамок и двухканальный приемник с цифровой обработкой принимаемых сигналов. Источник зондирующего сигнала - Харьковская вещательная КВ станция.

Самолет наблюдался на двух поляризациях одновременно.

Получено, что потенциал РЛС выше при работе на вертикальной поляризации, хотя ожидаемые значения ЭПР самолета выше на горизонтальной поляризации. Уменьшение потенциала РЛС при работе на горизонтальной поляризации обусловлено, очевидно, значительно более высоким затуханием радиоволны на трассе передатчик-самолет. Однако при более высоких углах места наблюдаемых объектов потенциал РЛС на горизонтальной поляризации может заметно превышать потенциал на вертикальной поляризации, что следует учесть при разработке пассивных многопозиционных РЛС.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН СВЧ-ДИАПАЗОНА В ТРОПОСФЕРЕ С УЧЕТОМ ФЛУКТУАЦИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕЛОМЛЕНИЯ**

Ю.В. Левадный

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

При расчета распространения радиоволн СВЧ диапазона в нижней тропосфере широкое распространение получил метод параболического уравнения. Однако большая часть исследований связанных с данным методом не учитывает мелкомасштабную случайную структуру коэффициента преломления, обусловленную турбулентностью тропосферы. Данная работа посвящена исследованию влияния турбулентных флуктуаций коэффициента преломления на распространение радиоволн СВЧ-диапазона. Для получения характеристик сигнала вдоль трассы распространения использован метод Монте-Карло. Приведены результаты численных экспериментов, которые сопоставлены с теорией и экспериментально наблюдаемыми зависимостями.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАССЕЙНИЯ РАДИОВОЛН НА НЕОДНОРОДНОСТЯХ АТМОСФЕРЫ**

А.И. Литвин-Попович

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14  
e-mail: avin82@list.ru*

Для ряда практических применений необходима точная и оперативная информация о состоянии атмосферы. Радиолокационные станции вертикального зондирования (РЛС ВЗ) используются для измерения значений метеопараметров (в частности, профиля скорости ветра). Принцип действия РЛС ВЗ основан на рассеянии зондирующих импульсов неоднородностями параметров атмосферы, образование которых связано с неоднородным нагревом подстилающей поверхности. Неоднородности переносятся преобладающим ветром и таким образом измеряя доплеровский сдвиг частоты зондирующего сигнала можно оценить скорость ветра на соответствующей высоте.

Современные РЛС ВЗ представляют собой аппаратно-программные комплексы. Повышение метрологических характеристик существующих систем вертикального зондирования производится путем усовершенствования алгоритмов обработки сигналов (модернизация математического обеспечения). Анализ метрологических характеристик РЛС ВЗ требует возможности формирования модельных сигналов, параметры которых известны до обработки, а структура схожа со структурой реальных рассеянных сигналов. Существующие модели базируются на ряде упрощающих предположений, что снижает их применимость. В данном докладе предлагается физическая модель рассеянного сигнала системы вертикального зондирования. Отражающие неоднородности моделируются совокупностями точечных целей. Проведено сравнение модельных данных с результатами атмосферного зондирования на РЛС ВЗ ХНУРЭ.

## **БИСТАТИЧЕСКИЕ РЛС С ПОДСВЕТКОЙ ИОННОСФЕРНЫМИ СИГНАЛАМИ СВЯЗНЫХ СТАНЦИЙ КВ ДИАПАЗОНА**

И.В.Луценко, И.В. Попов, В.И. Луценко

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

Рассмотрена возможность обнаружения воздушных объектов в бистатических РЛС декаметрового диапазона, использующих в качестве подсветки сигнал ионосферной волны связных станций. Рассмотрены энергетические соотношения для трасс распространения: станция подсветки – ионосфера – объект – приемник и станция подсветки - ионосфера – приемник, а также определены требования по подавлению прямого сигнала, для обнаружения воздушных объектов на заданных удалениях. Приведены оценки ЭПР основных типов воздушных объектов, являющихся объектами обнаружения. Экспериментально исследованы спектральные характеристики и их зависимость от дальности до станции подсветки. Установлено, что соотношение спектральной плотности несущей сигнала подсветки к спектральной плотности шумов в полосе частот, характерных для доплеровских смещений частоты сигналов отраженных от воздушных объектов составляет для большинства станций 40-50дБ. Определены требования к глубине формирования нуля диаграммы направленности в направлении станции подсветки. Рассмотрена возможность построения комплекса бистатических систем, использующих связные КВ станции и обеспечивающих определение местоположения обнаруживаемого объекта с использованием информации о пеленге и доплеровском смещении частоты принимаемого от объекта сигнала.

## **НАБЛЮДЕНИЕ СИГНАЛОВ НА ЗАГОРИЗОНТНЫХ ТРАССАХ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 29 МАРТА 2006 ГОДА**

И.В.Луценко, В.И.Луценко

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

Проведены измерения уровней сигналов на загоризонтных трассах во время солнечного затмения, которое наблюдалось 29.03.06г. Использовался аппаратный комплекс, предназначенный для диагностики условий распространения с использованием сигналов, излучаемых телевизионными центрами. Сигнал передающего телевизионного центра г. Белгорода находился в зоне ближней геометрической тени относительно приемного пункта в г.

Харькове. В ходе измерений наблюдалось уменьшение уровня принимаемого сигнала 6 телевизионного канала, аналогичные с изменениями сигнала во время восходов и заходов Солнца. В дополнение к комплексу использующему сигнал УКВ диапазона, излучаемый телевизионным центром, использовался сигнал вещательных станций КВ диапазона ионосферной волны при односкачковом распространении. Если в УКВ диапазоне во время затмения наблюдались изменения уровня принимаемого сигнала, то в КВ диапазоне таких изменений отмечено не было. Однако, сделать однозначный вывод о влиянии на уровень сигнала затмения Солнца на основании качественного анализа не представляется возможным, поскольку сходные уменьшения сигнала наблюдались как за несколько дней до так и через несколько дней после затмения.

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН**

Сергеева М.А., Благовещенский Д.В.

*Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического Приборостроения,  
190000, Санкт-Петербург, ул.Большая Морская, д.67  
e-mail: [tes19@mail.ru](mailto:tes19@mail.ru)*

Существенно возмущенное состояние околоземной космической погоды, обусловленное нестационарными процессами на Солнце, пагубно влияет на космические аппараты, различные наземные службы, а также на тонкие биологические системы. Важно разобраться в физических механизмах этих возмущений, постараться их спрогнозировать и в определенной мере сдмпфировать их воздействие. В настоящей работе ставится задача рассмотреть характер влияния известных мировых геомагнитных бурь, в частности, на три высокоширотные КВ радиотрассы, расположенные на Северо-Западе России. Условия распространения радиоволн оценивались на основе вариаций максимальных и наименьших рабочих частот до бури, во время нее и после. Для анализа привлекалась геофизическая информация по  $D_{st}$ ,  $V_z$ , AE, а также риометрические данные. Показано, что производимые указанными бурями воздействия на ионосферу и распространение для каждой бури строго индивидуальны. Однако существуют и общие для всех бурь тенденции в изменении параметров распространения. Так, диапазон частот расширяется перед бурей в течение нескольких часов, резко сужается во время бури и снова расширяется в течение нескольких часов после ее окончания. На радиотрассе с точкой отражения на геомагнитной широте  $\Phi' = 66^\circ$  полное время выхода трассы из строя  $t_{des}$  за период бури зависит от времени LT. Для дневных бурь среднее значение  $t_{des} = 30\%$ , для ночных  $t_{des} = 20\%$ . Установлено также, что рост ионизации в F2-слое перед началом активной фазы бури в течение нескольких часов (4 часа днем и 2 часа ночью) может служить надежным предвестником развития активной фазы бури. Выявленные закономерности могут быть полезными при организации КВ радиосвязи в высоких широтах.

## **КОРРЕКЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ЦЕЛИ ПУТЁМ УЧЁТА ТРОПОСФЕРНОЙ РЕФРАКЦИИ**

И.Б. Широков, И.В. Сердюк

*Севастопольский национальный технический университет  
99053, г. Севастополь, Стрелецкая бухта, Студгородок  
e-mail: [shirokov@stel.sebastopol.ua](mailto:shirokov@stel.sebastopol.ua)*

Относительная диэлектрическая проницаемость тропосферы незначительно превышает единицу, однако изменение её величины во времени и пространстве существенно влияют на распространение радиоволн, особенно в УКВ и СВЧ диапазонах длин волн. В связи с этим

возникает необходимость учёта тропосферной рефракции в научных и прикладных задачах. Предложенный метод учёта тропосферной рефракции основан на гомодинном методе измерения набега фазы.

Исходными данными для решения поставленной задачи являются геометрическая длина измерительной трассы, рабочая длина волны, а также измеренный набег фазы в канале. Измеренное значение набега фазы запоминается. Далее производятся измерения набега фазы в текущий момент времени. В реальных условиях часто наблюдается нерегулярное изменение метеорологических параметров с высотой, что приводит к сложной зависимости коэффициента преломления от высоты. В данной работе эта зависимость аппроксимируется прямой линией. Учитывая это, определяем показатель преломления и его градиент. Таким образом, по результатам этих измерений даётся оценка влияния тропосферы на распространения радиоволн.

Одной из возможных областей применения данных исследований является оценка погрешностей РЛС по дальности и углу места, обусловленных влиянием тропосферы.

Математическое моделирование было произведено при длине измерительной трассы равной 1 км, расстоянии до цели 300 км и градиенте показателя преломления  $-30 \cdot 10^{-5}$  ед<sup>-1</sup>. В результате получены следующие величины погрешностей РЛС: по углу места  $\Delta\alpha = 2,579^\circ$  и по дальности  $\Delta D = 944$  (м). Расчётные значения этих погрешностей равны соответственно:  $\Delta\alpha = 2,587^\circ$  и  $\Delta D = 948$  (м). Таким образом, данный метод позволяет с высокой точностью учитывать влияние тропосферы на распространение радиоволн.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО СИГНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ НАЗЕМНЫХ СДВ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ И GPS

Ф.И. Бушуев<sup>1</sup>, Н.А. Калюжный<sup>1,2</sup>, Ю.М. Образцов<sup>1</sup>, Е.С. Сибирякова<sup>1</sup>,  
А.П. Сливинский<sup>1,2</sup>, А.С. Терехов<sup>3</sup>, А.В. Шульга<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Научно-исследовательский институт «Николаевская астрономическая обсерватория», г. Николаев, ул. Обсерваторная 1, 54030; <sup>2)</sup> Украинский радиотехнический институт;

<sup>3)</sup> Николаевский научно-технический центр академии наук прикладной радиоэлектроники.

e-mail: evg\_sibir@ukr.net

Проблема предсказания землетрясений в настоящее время является одной из наиболее актуальных научных задач.

В НИИ НАО был создан аппаратно-программный комплекс наклонного зондирования ионосферы сигналами станций точного времени и частоты СДВ диапазона DCF-77 (Германия, Майнфлинген) и RBU-66 (Россия, Москва), позволяющий непрерывно проводить мониторинг нижнего D-слоя ионосферы. Текущий 3-суточный график амплитуды изменения сигнала радиостанции DCF-77, который обновляется с темпом 5 мин. и архив за весь период наблюдений размещен на сайте <http://www.mao.nikolaev.ua>. Методика наклонного зондирования основана на регистрации и анализе как регулярных сезонно-суточных, так и кратковременных возмущений характеристик радиосигналов СДВ при их распространении в сферическом волноводе земля – ионосфера.

В рамках программы глобального GPS мониторинга в НИИ НАО проводятся регулярные наблюдения с использованием перманентной GPS станции "Trimble 4700" (шифр MIKL). Методика использования данных GPS спутников основана на анализе данных постоянно действующей сети GPS приемников. Текущее состояние степени ионизации подспутниковой области ионосферы и локализацию ионосферных аномалий получают из анализа данных измерений времени распространения сигналов спутников, на двух различных несущих частотах.

По результатам наблюдений анализируется состояние ионосферы, с учетом влияния гелио-геофизических факторов на сигнальную информацию СДВ диапазона и GPS. Результаты

наблюдений дают основания к опытному подтверждению возможного эффективного использования данных наблюдений СДВ диапазона и GPS в целях краткосрочного (за несколько суток) сейсмо-прогнозирования по ионосферным предвестникам землетрясений. Приводится анализ данных аномального поведения ионосферы за несколько суток до землетрясений в зоне Вранча, которые были зарегистрированы в период 2004-2006 гг.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИГНАЛОВ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ ИСЗ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕТЕООБРАЗОВАНИЙ.**

И. М. Мыценко, Д. Д. Халамейда, С. И. Хоменко

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины  
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12  
e-mail: hdd78@mail.ru*

Рассмотрена возможность использования сигналов геостационарных ИСЗ под большим углом места для определения параметров гидрометеорообразований. (дождя, снега, града, облаков). Например, по ослаблению и рассеянию радиоволн можно судить о средней влажности и концентрации капель в слоисто-кучевых облаках, по отражениям радиоволн от кучево-дождевых облаков можно судить об их интенсивности и опасности ливневых дождей и т. д. Приведено описание функциональной схемы аппаратуры и результаты экспериментальных исследований основных форм облаков нижнего, верхнего и среднего яруса. Сделаны выводы о перспективности использования сигналов геостационарных ИСЗ, экологической безопасности, простоте, дешевизне и возможности создания многопозиционной системы охраны больших территорий от воздействия опасных для человека гидрометеорообразований.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СТАНЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ МЕТОДОМ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ**

Черняк Ю.В., Лысенко В.Н.

*Институт Ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина  
E-mail: [iion@kpi.kharkov.ua](mailto:iion@kpi.kharkov.ua)*

На Харьковском радаре НР для определения электронной концентрации  $N_e$  ионосферной плазмы используется двухчастотный измерительный канал. В диапазоне высот 100 – 180 км вследствие малой длительности элемента зондирующего сигнала, обеспечивающего пространственное разрешение  $\sim 15$  км, не может быть определено экспериментально отношение электронной  $T_e$  и ионной температур  $T_i$ , необходимое для определения  $N_e$ . Для расчета  $T_e/T_i$  используется предположение о его медленном изменении на этих высотах, базирующееся на основе анализа экспериментальных и модельных данных. Дополнительно учитывается информация о распределении температур, полученная при зондировании главным элементом импульсной последовательности с высот 180-200 км. В условиях сильных геомагнитных возмущений и в дневное время при низкой солнечной активности (максимум ионизации может находиться на высотах  $< 200$  км) высотный ход температур может меняться, что способно привести к снижению точности определения высотного профиля электронной концентрации  $N_e(h)$ . Предложен метод определения  $N_e(h)$  с использованием данных о сечении рассеяния, полученных в двухчастотном измерительном канале радара НР и высотно-частотных (ВЧХ) характеристик, определяемых методом вертикального зондирования (ВЗ). Сравнивая ВЧХ,

полученные станцией ВЗ с рассчитанными по данным радара определяется ошибка, на основании которой с использованием разработанного итерационного алгоритма рассчитывается  $T_e/T_i$ . Так значительно уменьшается интервал высот, в котором экспериментально не может быть определено  $T_e/T_i$ . Это повышает точность определения  $N_e$  ниже главного максимума ионизации при низкой солнечной активности и ионосферных возмущениях. Становится возможным получить экспериментальные данные о высотном распределении температур в диапазоне высот 100–200 км с разрешением по высоте  $\sim 20$  км. Приведены результаты математического моделирования и экспериментов.

## **НАБЛЮДЕНИЕ САМОЛЕТА НА ДВУХ ПОЛЯРИЗАЦИЯХ НА ДОПЛЕРОВСКОЙ РЛС С ОБЛУЧЕНИЕМ ИОНОСФЕРНЫМИ СИГНАЛАМИ СТАНЦИЙ КВ ВЕЩАНИЯ**

А.В. Вичкань, П.А. Мельяновский, А.И. Шуть

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

В данной работе рассматривается использование двух поляризаций радиоизлучения станций КВ вещания в доплеровской РЛС [P.A. Melyanovsky, I.S.Turgenev // J. Tel. and Rad. Ing., 1997, v.51, № 2-3].

Описан макет РЛС, состоящий из одного двухканального приемо-регистрирующего устройства, работающего одновременно на вертикальной и горизонтальной поляризациях.

Приемная антенна выполнена в виде двух ортогональных круглых рамок, обеспечивающих раздельный прием сигналов с вертикальной и горизонтальной поляризациями.

В качестве зондирующих использовались сигналы разнесенных по азимуту и по дальности вещательных станций – Испании, Кувейта и Ирана, работающих на частотах 14÷15 МГц.

При угле  $90^\circ$  между направлением полета самолета и направлением прихода зондирующего сигнала отметки доплеровских сигналов двух поляризаций близки по амплитуде. При малых углах отметка в канале горизонтальной поляризации значительно превышала отметку в канале вертикальной поляризации, при угле  $\sim 40^\circ$  это различие существенно уменьшалось. Азимутальные углы приходящих сигналов измерялись методом пеленгации с помощью рамочной антенны.

Таким образом, при надгоризонтном наблюдении самолета можно существенно повысить потенциал РЛС за счет использования сигналов обеих поляризаций и надлежащего выбора источника зондирующего сигнала.

**СТЕНДОВІ ДОП.: РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ**

**АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВИГНЕРА**

О.В. Вишнинецкий

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14  
e-mail: [oleg\\_vishnivetskiy@tut.by](mailto:oleg_vishnivetskiy@tut.by)*

При исследовании различных природных явлений, на основе имеющихся экспериментальных данных строят теоретические модели. В большинстве случаев эти модели являются линейными. Однако многие физические процессы, сопровождающиеся большим энерговыделением, такие как, например, землетрясения, извержение вулканов, промышленные взрывы, магнитные бури и пр. имеют принципиально нелинейный характер. Использование нелинейных преобразований для анализа таких нелинейных волновых процессов представляется полезным и актуальным.

Цель работы состоит в том, чтобы определить достоинства и недостатки применения преобразования Вигнера при анализе модельных нелинейных сигналов.

Традиционным методом анализа сигналов является преобразование Фурье. Квадрат модуля оконного преобразования Фурье (спектрограмма) позволяет получить время-частотное распределение энергии сигнала. Однако время-частотное разрешение спектрограммы зависит от выбора параметров оконной функции, при этом на время-частотной плоскости спектрограммы частота оказывается локализована хуже, нежели сам сигнал.

Преобразование Вигнера принадлежит к обобщенному классу квадратичных преобразований Коэна. Оно было предложено Вигнером в 1932 г. в квантовой механике, а затем Вилль впервые применил его для обработки сигналов в 1948 г. Достоинства преобразования Вигнера состоят в том, что оно не увеличивает ширины носителя, т. е. оказывается равным нулю там, где и сам сигнал равен нулю. При этом преобразование Вигнера является инвариантным по отношению к сдвигам по времени, частоте и фазе. Однако у преобразования Вигнера имеется и серьезный недостаток: между каждыми двумя составляющими многокомпонентного сигнала появляются ложные члены в результате интерференции, что может привести к «обнаружению» несуществующих сигналов.

Существует ряд методов, позволяющих уменьшить амплитуду интерференционных членов в преобразовании Вигнера. Однако при этом ухудшается время-частотное разрешение.

Новизна полученных результатов заключается в применении преобразования Вигнера для анализа нелинейных сигналов.

Преобразование Вигнера целесообразно применять для обнаружения сигналов совместно со спектрограммой. При этом первое преобразование позволяет определить время-частотное содержание сигналов, а при помощи второго можно отсеять интерференционные члены.

## ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ СИГНАЛОВ С ОСОБЕННОСТЯМИ

С. В. Лазоренко

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4  
e-mail: sergey\_v@amik.ru*

В последние годы вейвлет-анализ находит все большее применение в различных областях науки и техники. Одним из существенных преимуществ методов вейвлет-анализа перед традиционно используемыми при исследовании сигналов различной природы методами, основанными на преобразовании Фурье, является возможность выявления и классификации локальных особенностей сигнала. Такие сигналы с особенностями нередко наблюдаются в различных областях радиофизики, в частности, при исследовании околоземного космического пространства. Вместе с тем, целенаправленного изучения вопросов классификации, обнаружения и распознавания таких сигналов методами вейвлет-анализа до сих пор проведено не было. Этим объясняется *актуальность* представленной работы.

Целью работы является выявление достоинств и недостатков непрерывного, аналитического и дискретного вейвлет-преобразований при анализе модельных сигналов с особенностями, а также сравнение полученных результатов с аналогичными результатами традиционного динамического (оконного) преобразования Фурье.

Непрерывное и аналитическое вейвлет-преобразования применены для анализа специально разработанных модельных сигналов с особенностями. Получены как численные, так и аналитические результаты вычисления вейвлет-спектров, скалограмм, скелетонов и дисперсий вейвлет-коэффициентов модельных сигналов для различных вещественных и комплексных вейвлетов. Рассчитан ряд числовых характеристик сигналов с особенностями. С помощью функционала качества выбран оптимальный вейвлет для каждого конкретного модельного сигнала.

Полученные результаты, представленные в специально разработанном графическом формате, сравниваются с аналогичными результатами традиционного оконного преобразования Фурье.

Рассмотрена задача восстановления модельных сигналов с особенностями с помощью дискретного вейвлет-преобразования. С помощью простых числовых характеристик продемонстрирована динамика процесса восстановления.

Обсуждаются выявленные достоинства и недостатки вейвлет-преобразований при анализе сигналов с особенностями. Вейвлет-анализ рекомендуется для применения исследователями при анализе реальных сигналов с особенностями.

## ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

### МОДЕЛЬ МЕРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КИРАЛЬНОСТИ

С.П. Борухович, П.В. Литвинов

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

Прогресс в микроволновой технике и фотонике в последние годы в значительной мере связывается с созданием метаматериалов – искусственных материалов с уникальными свойствами. Известно, что разница в интенсивности рассеяния света левой и правой круговой поляризации монослоем киральных молекул, адсорбированных на поверхности некирального материала, существенно выше, в сравнении со случаем рассеяния на поверхности объемного кирального материала. Поэтому особый интерес вызывают свойства двумерных киральных объектов а также объектов в виде монослоя трехмерных киральных элементов. Понятие «двумерная киральность» обсуждается в [Hecht L., Barron L., Rayleigh and Raman optical activity from chiral surfaces, *Chemical Physics Letters*, 225 (1994), pp. 525-530], вопросы ее меры рассмотрены в [Potts A., Bagnall D.M., and Zheludev N.I., *A new model of geometric chirality for two-dimensional continuous media and planar meta-materials*, *J. Opt. A: Pure Appl. Opt.*, 6 (2004) pp. 193-203] и [S.P. Boruhovich, S.L. Prosvirnin, A.S. Schwanecke, and N.I. Zheludev. *Multiplicative measure of planar chirality for 2D meta-materials*. *Proc. Eur. Microw. Assoc.* 2(1), 89-93 (2006)]. Для трехмерных же объектов теория киральности изучена и развита применительно к органической химии и биологии (свойства стереоизомеров), и не совсем подходит для применения в микроволновой физике.

В данной работе построен новый простой в реализации, устойчивый и быстро сходящийся (в смысле пригодности для расчетов) алгоритм вычисления меры геометрической киральности объемных структур. Задача рассмотрена в контексте проблемы дифракции электромагнитных волн на элементах, имеющих сложную форму. Приведены результаты расчета меры киральности некоторых структур из цилиндрических спиралей и тетраэдрических элементов в зависимости от их геометрических параметров. Проведено сравнение с данными, полученными путем исследования рассеяния излучения на хаотически ориентированных структурах.

### ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ В ФОРМЕ КОНУСА С МОДАМИ ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЕРЕИ

С.А. Буняев, А.А. Баранник

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

Проведены детальные экспериментальные и численные исследования резонаторов с модами шепчущей галереи (квазиоптических диэлектрических резонаторов), выполненных из тефлона и монокристаллического лейкосапфира в форме усеченного конуса с целью получения спектров собственных частот и добротностей. Исследования необходимы для совершенствования техники измерения импедансных свойств сверхпроводников и других материалов при помощи дисковых резонаторов с модами шепчущей галереи. На сегодня данная техника является наиболее точной в миллиметровом диапазоне волн. Это важно для исследований в области физики высокотемпературной сверхпроводимости, а также для исследования свойств других проводящих материалов.

Измерения частоты, добротности и структуры поля в зависимости от угла наклона образующей конуса проведены в основном в 8 мм диапазоне. Измеренная частота как функция угла наклона образующей конуса сапфирового резонатора хорошо согласуется с результатами вычислений, полученными при помощи программы CST Microwave Studio 5.0. Сравниваются данные о добротности конических и полусферических диэлектрических резонаторов. Ожидаемое увеличение добротности конического резонатора малой высоты и с большими углами наклона образующей, наблюдаемое в оптическом диапазоне длин волн, в микроволновом диапазоне не наблюдается.

Впервые экспериментально показана возможность измерения поверхностного сопротивления плёнки высокотемпературного сверхпроводника с использованием предложенных и исследованных резонаторов. Измерения проведены на пленке  $YBa_2CuO_{7-\delta}$ .

## **СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖЕКТОРНОГО ФИЛЬТРА НА ЩЕЛЕВОМ РЕЗОНАНСЕ**

Р. Е. Чернобровкин

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

В работе [В. П. Пазынин, К. Ю. Сиренко Преобразование импульсных  $TE_{0n}$ - и  $TM_{0n}$ - волн аксиально-симметричными волноводными узлами. Щелевые резонансы. // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2005, Т. 10, №10, с. 21-26] приведены результаты исследования частотных характеристик волноводных аксиально-симметричных узлов для ТЕМ-волн. Было показано, что наличие как полного, так и частичного разрыва центрального проводника коаксиального волновода может приводить к появлению «щелевых» резонансов и как результат – к запираению волноведущего тракта в определенных точках частотного диапазона. Авторами отмечалось, что такой щелевой резонанс обнаружен впервые. Данный эффект может быть использовано для создания оригинальных режекторных фильтров СВЧ диапазона.

В данной работе представлены результаты экспериментального исследования новой конструкции частотно-запирающего фильтра СВЧ диапазона на щелевом резонансе. Измерены частотные характеристики фильтра с полным и частичным разрывом центрального проводника с диэлектрическим заполнением. Полученные результаты подтверждают теоретические предпосылки [В. П. Пазынин, К. Ю. Сиренко Преобразование импульсных  $TE_{0n}$ - и  $TM_{0n}$ - волн аксиально-симметричными волноводными узлами. Щелевые резонансы. // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2005, Т. 10, №10, с. 21-26]. Проведены исследования частотных характеристик предложенного модифицированного макета фильтра с несколькими кольцевыми щелями в центральном проводнике коаксиального волновода. Конструктивно кольцевые щели заполнялись плавным кварцем и ситаллом. Установлено, что такая архитектура проводника позволяет существенно расширить полосу запираения такого режекторного фильтра. Предложенная конструкция коаксиального фильтра достаточно компактна и более технологична по сравнению с известными конструкциями фильтров данного класса, использующих волноводные или диэлектрические резонаторы [Ю. М. Безбородов, Т. Н. Нарытник, В. Б. Федоров Фильтры СВЧ на диэлектрических резонаторах. Издательство «Техника», Киев, 1989].

Экспериментальные исследования проводились на векторном анализаторе Agilent Network Analyzer PNA-L N5230A в полосе частот 8-14 ГГц. Приводятся результаты измерений S-параметров описанных выше макетов режекторных фильтров. Определены их полосы запираения и добротности резонансов. Сравнение результатов эксперимента с результатами численного моделирования показывают их хорошее соответствие.

Обсуждаются вопросы миниатюризации предложенной конструкции фильтра и возможности дальнейшего расширения рабочей полосы частот.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА ГОФРИРОВАННОГО ВОЛНОВОДА НА БАЗЕ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

С.В. Духопельников

*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина  
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4  
e-mail: sergey\_dukh@ukr.net*

Построена дискретная математическая модель для расчета электромагнитного поля в круглом волноводе с конечной системой расширений. Настоящая работа является продолжением работы Гандель Ю.В., Стешенко С.А «Математические модели некоторых аксиально-симметричных задач волноводной дифракции»// Электромагнитные волны и электронные системы, №6, т.7, 2002 с.12-31. Рассматривается задача рассеяния первичного поля. Рабочая зона и расширения заполнены диэлектриками с различными диэлектрическими проницаемостями. В работе Гандель Ю.В., Стешенко С.А уравнения Максвелла распадались на две системы соответствующие поперечной электрической волне и поперечной магнитной волне. Чего нельзя сказать о рассматриваемой в этой работе задаче. Построенная в работе математическая модель рассматриваемой краевой задачи Максвелла сводится к системе двух связанных между собой сингулярных интегральных уравнений. При этом использовалось параметрическое представление интегрального преобразования Гильберта. Численное решение этой системы произведено методом дискретных особенностей.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗОНАНСНЫХ СИСТЕМ В ММ – ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА.

Е.В. Горошко, А.В. Варавин, А.С. Плевако, Р.В. Головащенко, В.Н. Деркач

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины,  
12, ул. Ак. Проскуры, Харьков, 61085, Украина  
E-mail: goroshko\_elena@ire.kharkov.ua*

Рассмотрен аппаратно-программный комплекс, предназначенный для исследования спектральных и энергетических характеристик резонансных систем в миллиметровом диапазоне длин волн. Комплекс использован в составе криодиэлектронметра для измерения потерь электромагнитной энергии в диэлектрических и полупроводниковых материалах в диапазоне частот 40-120 ГГц и диапазоне температур 0.85-300 К.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ КОАКСИАЛЬНОЙ МОНОПОЛЬНОЙ АНТЕННЫ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОКРУЖЕНИИ

М.М. Хруслов

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

Интерес к монопольным антеннам остается высоким уже на протяжении нескольких десятков лет. Это связано с тем, что антенны данного класса широко применяются в таких областях, как беспроводные локальные сети [Kuo Y.-L., and Wong K.-L. Printed Double-T Monopole Antenna for 2.4/5.2 GHz Dual-Band WLAN Operations // IEEE Tr. on AP,-2003. - 51, N. 9. P. 2187-2192], георазведка [Shen Z., and MacPhie R.H. Input Admittance of a Multilayer Insulated Monopole Antenna // IEEE Tr on AP,-1998. - 46, N. 11,P. 1679-1686], биомедицинская телеметрия и др. На основании экспериментальных и теоретических исследований проанализированы способы

формирования различных конических диаграмм направленности коаксиальной монополярной антенны в диэлектрическом окружении. В результате анализа измеренных пространственных распределений ближних ЭМ полей показан вклад полей, рассеянных отдельными элементами антенны в формирование диаграммы направленности. В частности, показано, что наличие диэлектрического окружения приводит к расширению основного лепестка в диаграмме направленности коаксиальной монополярной антенны, а также к формированию многолепестковой диаграммы направленности в случае, когда радиус металлического экрана превышает  $3\lambda/2$ .

## «ПЧЕЛИНЫЙ» АЛГОРИТМ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В АНТЕННЫХ ЗАДАЧАХ

А. Ю. Галан<sup>1</sup>, А. В. Борискин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина  
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4

<sup>2</sup>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины  
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12  
e-mail: alexey.galan@gmail.com

Particle Swarm Optimization (PSO), или оптимизация с помощью роя частиц – это мощный метод поиска глобальных экстремумов. Как и в случае с генетическим алгоритмом, идея PSO заимствована у природы: PSO основан на социально-физиологических особенностях коллективных животных, таких как пчелы и муравьи. Известно, что эти насекомые умеют выполнять работу совместными усилиями. В отличие от людей, они обходятся без руководящего центра и самоорганизуются посредством прямых и косвенных взаимодействий.

Модель PSO можно быть представлена частицами в многомерном пространстве, обладающими позицией и скоростью. Частицы искусственного роя двигаются в пространстве и ищут наилучшую персональную позицию (*pbest*), сравнивая ее с наилучшей позицией, выявленной другими частицами (*gbest*). При этом на каждом шаге вектор скорости каждой частицы определяется тремя величинами: ее инерцией и притяжением к двум центрам *pbest* и *gbest*. Сочетание адаптивности параметров каждой частицы и коллективной памяти всего роя обеспечивает высокую эффективность в поиске глобального максимума. Метод является новым для электромагнитных задач [J. Robinson, *et al. IEEE AP Trans.*, 52(2):397, 2004].

Целью работы является разработка алгоритма, основанного на PSO, и его применение для синтеза апертурного излучателя с заданной диаграммой направленности. В качестве модели излучателя рассматривается одномерный массив комплексных источников.

В докладе будут описаны особенности метода и реализованного алгоритма, представлены результаты численной оптимизации для тестовых функций и для диаграммы направленности апертурного излучателя.

## ПРЕЛОМЛЯЮЩАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ ЭПОКСИДНАЯ ЛИНЗА

Кольчевский Н.Н., Петров П.В., Курганский Ю.В.

Беларусский государственный университет, Минск, Беларусь  
e-mail: kolchevsky@bsu.by

Для управления рентгеновским излучением традиционно используются методы отражательной и дифракционной оптики. Использование методов преломляющей оптики до настоящего времени считается неэффективным. Появление мощных синхротронных источников

третьего поколения позволило выполнить экспериментальные исследования преломляющих рентгеновских линз. Первые работы по фокусировке рентгеновского излучения преломляющими линзами появились в 1996 году. Первая линза являлась плоской и осуществляла одномерную фокусировку рентгеновского излучения. Экспериментально показана возможность с использованием преломляющих рентгеновских линз фокусировать рентгеновское жесткое излучение в пятно размером менее 1 мкм и формировать изображения объектов в рентгеновских лучах методами, аналогичными оптическим. Основные экспериментальные работы проводятся на синхротронах третьего поколения: ESRF (France), SPring-8 (Japan), APS (USA).

Авторским коллективом разработана оригинальная конструкция преломляющей рентгеновской линзы - микрокапиллярная преломляющая линза [Dudchik Yu.I., Kolchevsky N.N. A microcapillary lens for x-rays // Nucl.Instrum. Meth. A.– Vol.421.– 1999]. В работе представляются результаты исследования спектральных, фокусирующих и изображающих свойств микрокапиллярной рентгеновской линзы. Обсуждаются возможности получения изображений объектов в рентгеновских лучах при использовании оптической системы, состоящей из преломляющей рентгеновской линзы и рентгеновской трубки.

## **ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ СПЕКТРА ОТКРЫТОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА КОНЕЧНОЙ ВЫСОТЫ**

И.В. Митина

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

В рамках проекта УТС (управляемый термоядерный синтез) – ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) предлагается использовать гиротроны для нагрева плазмы в установках с магнитным удержанием. Численный расчет спектров резонаторов, которые являются основной составляющей гиротрона, позволит спроектировать их конструкцию так, чтобы обеспечить требуемую мощность генерируемых электромагнитных волн в заданном диапазоне частот. Геометрия резонаторов, обладающих хорошими селективными качествами, оказывается достаточно сложной. Численно аналитический метод спектрального анализа резонатора из двух коаксиальных проводников (на внутренний проводник нанесены прямоугольные гофры) предложен в работе [Гандель Ю.В., Загинайлов Г.И., Стешенко С.А. Строгий электродинамический анализ резонаторных систем коаксиальных гиротронов // Журнал технической физики.-2004.-Т.74, №7.-с.81-89]. Метод основан на возможности проведения разделения переменных в случае прямоугольного гофра. И для другой формы гофра оказывается непригоден.

В работе [Щербина В.А. Дифракция электромагнитных волн на разрезе в  $R^3$  // Электромагнитные явления. -1998.- Т.1, №4.- С.1-4] был предложен новый подход к решению, основанный на сведении краевой спектральной задачи к решению гиперсингулярного интегрального уравнения. Докладчиком был построен численный метод решения этого гиперсингулярного интегрального уравнения для спектрального анализа открытых коаксиальных цилиндрических резонаторов конечной высоты с гладкими гофрами произвольной формы. Предельный переход, когда высота резонатора устремляется к бесконечности, приводит к двумерной задаче, для которой имеется множество публикаций с описанием результатов расчетов. В качестве результатов, иллюстрирующих работу разработанного метода, предлагается график зависимости спектра резонатора от его высоты, на котором указанная связь с двумерной задачей отчетливо видна.

## ОПТИМАЛЬНЫЙ СЕКЦИОННЫЙ ПЕРЕХОД ДЛЯ МЕТАЛЛО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДОВ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

С.В. Мизрахи

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

В работе представлено теоретическое исследование оптимальных секционных волноводных переходов (ОСВП) для квазиоптических (КО) линий передачи круглого поперечного сечения класса "металлодиэлектрический волновод" (МДВ).

Используя модель оптимального многосекционного перехода, мы рассчитали геометрические параметры ОСВП для МДВ различных сечений, а также потери в таком переходе при его минимальной длине. Полученные теоретические результаты качественно согласуются с ранее проводимыми исследованиями, и будут использоваться в дальнейшем для изготовления и экспериментального исследования такого перехода.

## СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА АКТИВНОЙ СШП ИМПУЛЬСНОЙ АНТЕННЫ

А.А. Орленко

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

Для увеличения мощности излученного СШП импульсной антенной сигнала, обычно увеличивают мощность возбуждающего антенну генератора. При этом возникают трудности с отводом тепла, а так же растут размеры источников питания, что нежелательно в портативной аппаратуре. В импульсном релаксационном генераторе, в котором накопление энергии осуществляется в сосредоточенной накопительной емкости, потери энергии обусловлены протеканием тока через переключающий элемент в режиме заряда/разряда накопительной емкости, и протеканием тока в устройстве, согласующем выходное сопротивление генератора импульсов с входным сопротивлением антенны.

В работе исследован альтернативный способ возбуждения, позволяющий уменьшить потери энергии в генераторе активной СШП импульсной антенны, заключающийся в накоплении энергии, используемой для возбуждения антенны, непосредственно в излучающем элементе антенны, избегая при этом необходимости использования сосредоточенной накопительной емкости. При таком способе возбуждения антенны уменьшается рассеиваемая мощность генератора в режиме заряда/разряда накопителя энергии (а значит, становится большим КПД антенны), а так же отсутствует необходимость в применении согласующих устройств. Представленные результаты экспериментальных исследований демонстрируют преимущества накопления энергии непосредственно в излучающем элементе антенны. Такой способ возбуждения позволяет на порядок уменьшить энергию, потребляемую антенной от источника питания.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАОТИЗАЦИИ КОЛЕБАНИЙ В БОЧКООБРАЗНОМ БИЛЬЯРДЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

А.Ю. Попов, Е.В. Горошко, В.Н. Деркач

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

В данной работе рассмотрен квантовый механизм поведения системы, находящийся, согласно классической динамике, в хаотическом состоянии. Представлены экспериментальные характеристики для моделирования "динамического туннелирования" двухразмерного кольцевого бильярда. В работе уделяется внимание изучению собственных значений и собственных функций квантово-механических моделей на основе микроволнового бочкообразного бильярда с аксиально-симметричной вставкой, представленной в виде диэлектрического резонатора. Произведены исследования спектральных характеристик и распределений резонансных полей в бочкообразном и диэлектрическом резонаторах, рассмотрено проявление мод "шепчущей галереи" в фазовом пространстве. Обсуждаются возможные аналогии свойств резонансной структуры и свойств классической квантово-механической системы, проявляющей хаотическое поведение.

## КОМПАКТНАЯ ЗЕРКАЛЬНАЯ АНТЕННА С МОНОПОЛЬНЫМ ОБЛУЧАТЕЛЕМ

М. М. Хруслов<sup>1</sup>, С. А. Радионов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины*  
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12  
+38(057) 7203594,

<sup>2</sup>*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина*  
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4  
e-mail: buran@ire.kharkov.ua

Проведенные недавно исследования [I.V. Ivanchenko, M.M. Khruslov, A.M. Korolev, V.L. Pazyinin, N.A. Popenko, "The features of radiation pattern formation of the monopole antenna with finite screens, " Telecommunications and Radioengineering", No. 1, 2006 (in press)] показали возможность эффективного управления характеристиками излучения цилиндрической монополярной антенны путем варьирования геометрических размеров ее составляющих элементов. Полученные результаты послужили основой для использования такой антенны в виде облучателя зеркальной антенны сантиметрового диапазона длин волн.

Целью работы является разработка и создание макета компактной широкополосной зеркальной антенны-пеленгатора локальных источников ЭМ излучения с определением их угловых координат по методу фиксации минимума мощности принимаемого сигнала. В результате экспериментальных исследований изучено влияние отдельных элементов предлагаемой антенны на характеристики ее излучения и установлены закономерности формирования конических ДН.

Предлагаемая зеркальная антенна состоит из главного параболического зеркала и облучателя в виде цилиндрического монополя, расположенного в его фокусе. Следует отметить, что эффективность данной антенны будет зависеть от отношения интенсивностей излучения в главном лепестке ДН и в направлении оси антенны. Поэтому возникает необходимость в оптимизации параметров предложенного облучателя для формирования требуемой ДН.

В роботі представлені результати експериментальних досліджень впливу довжини монополя, розмірів металічного екрана монопольної антени, а також її положення на фокальній осі зеркальної антени на такі характеристики як ДН і КСВН. Вибрані оптимальні параметри монопольної антени з розподілом ближнього ЕМ поля, забезпечуючого ефективне її використання в якості облучача зеркальної антени як з точки зору КІП головного зеркала, так і затенення останнього.

Експерименти проводились в діапазоні частот 5,6 – 11,1 ГГц на створеному макеті зеркальної антени. ДН вимірялись з використанням методу, описаного в [Ivanchenko I.V., Korolev A.M., Lukyanova N.Y., Popenko N.A. Broadband omnidirectional circular patch antenna // 17<sup>th</sup> International conference on applied electromagnetics and communications, Dubrovnik, Croatia. – 2003. – P.164-167], який дозволяє реєструвати і обробляти корисний сигнал в реальному масштабі часу в усій аналізованій смузі частот.

Приводяться ДН оптимізованої зеркальної антени, яка може бути використана в якості базового елемента компактного пеленгатора. Обсуджуються можливості використання запропонованої зеркальної антени в суміжних частотних діапазонах.

## **ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ В ГЕОРАДАРЕ**

В.П. Рубан<sup>1</sup>, М.М. Головкин, А.Г. Почанин

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

В работе рассматриваются алгоритмы измерений формы рассеянных объектами зондирования СШП импульсных сигналов при помощи приемного блока георадара. Обсуждаются особенности обмена данными между приемным блоком и компьютером. Описываются новые возможности обработки радиолокационных измерений усовершенствованной программой ProView. Приводятся результаты георадиолокационных измерений.

## **ВУДІВСЬКІ АНОМАЛІЇ У ВІДБИТТІ ТЕРАГЕРЦОВИХ ХВИЛЬ ВІД ПОВЕРХНІ МОДУЛЬОВАНИХ ШАРУВАТИХ НАДПРОВІДНИКІВ**

О.В. Кац, О.Ю. Нікітін, М.Л. Нестеров, Т.М. Сліпченко, В.О. Ям польський

*Институт радиофизики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України  
61085, м. Харків, вул. Ак. Проскури, 12  
e-mail: [KoKcol@yandex.ru](mailto:KoKcol@yandex.ru)*

Високотемпературні шаруваті надпровідники – це структури, у яких надпровідні шари зв'язані джозефсоновським контактом через діелектричні шари. Такі структури сприяють розповсюдженню електромагнітних коливань, так званих джозефсон-плазмових хвиль (ДПХ). Хвилі такого типу збуджуються при опроміненні зразка електромагнітним полем з частотою вище за джозефсоновську плазмову частоту. Але при частотах нижчих плазмової існує можливість для збудження іншого типу хвиль, а саме джозефсоновських поверхневих хвиль на межі розподілу шаруватий надпровідник - інше середовище. Такі хвилі відіграють важливу роль у фундаментальних резонансних явищах, наприклад, таких як "Вудівські аномалії", тобто аномалії в проходженні і відбитті від зразка електромагнітних хвиль.

У даній роботі досліджуються аномалії в дифракційному спектрі заломлених і відбитих від поверхні довільно модульованого шаруватого надпровідника хвиль, проаналізовані залежності коефіцієнтів відбиття і проходження від кута падіння, частоти хвиль, періоду і глибини модуляції ґратки, виявлені умови повного заглушення дзеркального відбиття терагерцових хвиль. Результати цих досліджень можуть бути використані при створенні детекторів терагерцового діапазону.

## **КЛАСИЧНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ПРИ ПОВІЛЬНІЙ ВЗАЄМОДІЇ**

А.А. Ступка, О.Й. Соколовський

*Дніпропетровський національний університет*

[stupka\\_a@mail.ru](mailto:stupka_a@mail.ru)

Побудовано класичну електродинаміку системи вільних заряджених частинок та електромагнітного поля, що повільно взаємодіють. Умова повільності означає, що характерні довжини хвиль є значно меншими за радіус Дебая. Мікроскопічний опис проведено, виходячи з нерелятивістської функції Гамільтона такої системи. Обрано калібрування Гамільтона електромагнітного поля, що дозволило вивчити динаміку повздовжнього поля. Знайдено функцію розподілу Ліувілля системи у відповідній теорії збурень. З точністю до другого порядку побудовано рівняння Максвелла та часові рівняння для других просторових центральних кореляційних моментів електромагнітного поля, а також кінетичні рівняння для кожного виду зарядів. Таке розширення параметрів опису поля дозволяє врахувати динаміку його флуктуацій. У якості застосування отриманої системи рівнянь розглянуто однорідну та ізотропну в просторі систему. Цей окремий випадок підкреслює необхідність урахування кореляцій, оскільки векторні величини (зокрема, напруженості) обертаються на нулі. У вивченому наближенні кореляції повздовжнього поля не залежать від часу. Знайдено коливання кореляцій поперечного поля та середніх квадратів імпульсів зарядів з подвоєною частотою Ленгмюра. Також знайдено просторову залежність кореляцій поперечного поля. Показано, що кінетичні рівняння зводяться до рівнянь дифузії в імпульсному просторі. В окремому випадку ці рівняння мають розв'язком розподіл Максвелла із температурою, що теж коливається з подвоєною частотою Ленгмюра. Тобто задача зводиться до розв'язаної авторами раніше [Соколовський О.Й., Ступка А.А. *Вплив флуктуацій електромагнітного поля на коливання у плазмі*. Вісник Харківського ун-ту. Серія фізична. Ядра, частинки, поля. - 2006. - №721, №1(29). - С. 61-66] з описом середовища залежною від часу температурою.

## **РАСЧЕТ ВЕКТОРНЫХ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ СЕКЦИОНИРОВАННЫХ МИКРОПОЛОСКОВЫХ АНТЕНН**

М.С. Синьковский, В.Г. Слѣзкин

*Севастопольский национальный технический университет*

*Украина - 99053, Севастополь, Студгородок, тел. (0692) 23-51-18*

*e-mail: STAMS@stel.sebastopol.ua*

Для мобильных пунктов различных телекоммуникационных систем требуются малогабаритные, маловыступающие антенны с линейной и вращающейся поляризацией излучения, чаще всего это микрополосковые антенны (МПА). Традиционные МПА представляют собой плоскую проводящую накладку на диэлектрическом основании над проводящим экраном. В наших публикациях на 13-й и 14-й Крымской микроволновой

конференції були предложені секціоновані мікрополоскові антени (СМПА). В частині, СМПА із двох секцій складається з двох накладок, по одній із яких проложено коаксіальний кабель, а друга возбуждається центральним проводником кабелю через согласуючу реактивність. Антени з більшим числом секцій забезпечують обертаючу поляризацію випромінювання. Ставиться завдання визначити найменше число секцій, забезпечуючих прийнятну нерівномірність діаграми напрямленості і необхідний коефіцієнт еліптичності, так як з ростом числа секцій зменшується вигода в розмірах і ускладнюється конструкція антени. В якості першого наближення зазор між кожною парою секцій замінюється плечем магнітного вібратора з синусоїдальним розподілом магнітного струму. При цьому було враховано, що випромінювання щілин між кінцями секцій і екраном компенсують одне одного, в результаті значення магнітних струмів на кінцях секцій виявилися ненульовими. Векторні діаграми напрямленості були отримані шляхом інтегрування розподілу магнітних струмів з однаковими амплітудами і відповідними фазами. Отримані результати показали, що трьохсекційна СМПА забезпечує по конічному сеченню з кутом  $30^\circ$  від горизонту нерівномірність діаграми напрямленості не більше 3 дБ, коефіцієнт еліптичності — не менше 0,3. Для чотирьохсекційної СМПА ці цифри складають 0,7 дБ і 0,42 відповідно. Даліше збільшення кількості секцій не призводить до суттєвого покращення характеристик антени.

## ОСОБЛИВОСТІ РЕЖИМУ ЗАХОПЛЕННЯ НА КРАТНИХ ЧАСТОТАХ ДВОХ ЗВ'ЯЗАНИХ ГЕНЕРАТОРІВ ВАН-ДЕР-ПОЛЯ

Б.Я. Благітко, В.І. Бригілевич, І.М. Ярмоловський

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Тарнавського, 109, 79005, Львів, Україна  
e-mail: yarmolovskyj@electronics.wups.ua*

Дослідження багатьох авторів показали, що в системі двох зв'язаних генераторів Ван-дер-Поля спостерігаються два режими: при  $\omega_1 \ll \omega_2$  існує режим биття; при  $\omega_1 \approx \omega_2$  - режим захоплення, який характеризується  $\omega_1 \equiv \omega_2$ . Наше дослідження стосувалося режимів, які можуть існувати на кратних частотах,  $\omega_2 = m\omega_1$ , де  $m=2,3,4\dots$ . Математична модель зв'язаних генераторів Ван-дер-Поля описується системою рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{d^2 x_1}{dt^2} - \varepsilon(1-x_1^2)\frac{dx_1}{dt} + \omega_1^2 x_1 = k_2 x_2 \\ \frac{d^2 x_2}{dt^2} - \varepsilon(1-x_2^2)\frac{dx_2}{dt} + \omega_2^2 x_2 = k_1 x_1 \end{cases}$$

де  $k_1, k_2$  - коефіцієнти взаємодії генераторів, коефіцієнт  $\varepsilon$  рівний 0.1,  $\omega_1 > 0, \omega_2 > 0, \omega_2 > \omega_1$ .

Розв'язування системи диференціальних рівнянь виконувалося методом Рунге-Куты четвертого порядку з постійним кроком. В результаті моделювання можна зробити наступні якісні висновки: в режимі захоплення частоти існує складний сигнал, який представляє собою адитивну суміш сигналів незв'язаних генераторів  $x_1, x_2$ ; високочастотний генератор  $\omega_2$  впливає на сигнал низькочастотного генератора, змінюючи спектральний склад сигналу низькочастотного генератора, так ніби система представляє собою лінійну систему з постійними коефіцієнтами; спостерігалися дві області: область нечутливості (при коефіцієнті  $k_2$  менше 0.1) і область захоплення частоти (при  $k_2$  більше 0.1); в режимах захоплення при зростанні  $k_2$  спостерігається зменшення спектральної складової  $\omega_1$  та зростання спектральної складової  $\omega_2$ .

## РОЗРАХУНОК ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ МІКРОСТРУКТУР КРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Р. Грицьків, І. Карбовник, С. Вельгош, В. Шевчук

*Львівський національний університет імені Івана Франка*  
79017, м. Львів, вул. ген. М. Тарнавського, 107  
e-mail: karbovnyk@rd.wups.lviv.ua

Робота присвячена можливостям аналізу фрактальної мікроструктури кристалічних матеріалів на основі зображень, отриманих з допомогою електронного мікроскопа.

Розроблено програмне забезпечення що дозволяє проводити попередню обробку зображення розміром  $2^n$  на  $3^m$  пікселів ( $m$  і  $n$  цілі числа) та розрахунок фрактальної розмірності так званим "box-counting" методом. Реалізовано декілька схем попередньої обробки, зокрема гаусівська фільтрація та виділення країв (трешолдінг, детектор країв Кенні). Додатково, з метою апробації алгоритму написано програму – генератор фракталів. Генератор дозволяє отримати три типи фракталів із різними рівнями рекурсії: криву Коха, квадратичний острів Коха (восьмиеlementний) та квадратичний острів Коха (18-ти elementний). Передбачено експорт зображень фракталів довільного розміру у графічний файл. У тестових розрахунках отримано фрактальні розмірності згаданих фракталів, що добре узгоджуються із топологічними розмірностями цих об'єктів.

У доповіді буде розглядатися застосування розробленого програмного забезпечення у дослідженнях мікроструктур шаруватих кристалів йодистого кадмію з включеннями кластерів субмікронного розміру.

### **СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ: ТЕОР. ТА ЕКСПЕРІМ. ЕЛЕКТРОДИНАМІКА**

#### **ВОЗМОЖНОСТИ ГЕНЕРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ В ТГц ДИАПАЗОНЕ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРФЕРОМЕТРА БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ**

А.Н. Андреев, А.Г. Лазаренко

*Национальный Технический Университет "ХПИ"*  
61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21  
e-mail: [lazarenko@kpi.kharkov.ua](mailto:lazarenko@kpi.kharkov.ua)

Освоение ТГц диапазона частот – одно из быстро развивающихся направлений современной прикладной физики. Область применения ТГц излучения очень обширна, поэтому проблема создания компактных источников когерентного излучения в дальней ИК диапазона остается актуальной и сегодня. Основным принципом, положенным в основу создания таких источников является взаимодействие фемтосекундных лазерных импульсов с электрооптическими и полупроводниковыми средами.

Мы считаем, что существует еще одна возможность генерации излучения в дальнем ИК диапазоне в результате высокочастотной модуляции лазерного сигнала с помощью интерферометра бегущей волны (ИБВ). Функционально ИБВ содержит делитель пучка, с помощью которого происходит расщепление излучения, замкнутую петлю, в которой происходит усиление и задержка излучения относительно входного сигнала. Принцип работы ИБВ основывается на интерференции бегущих волн, имеющих достаточно быстрые изменения интенсивности, в результате которой на выходе интерферометра возникает амплитудно-модулированный сигнал. Частота модуляции сигнала на выходе ИБВ определяется только

длиной замкнутой петли, выраженной в единицах длины входного излучения, а глубина модуляции зависит как от коэффициента отражения делителя так от коэффициента усиления сигнала в замкнутой петле. Таким образом, если на вход ИБВ поступает квазимонохроматическое излучение, то на выходе могут присутствовать гармоники с комбинационными частотами, зависящими от частоты модуляции и частоты входного сигнала, следовательно, интерферометр осуществляет нелинейное преобразование частоты входного сигнала. Выбирая определенную длину петли ИБВ можно добиться того, что частота модуляции попадет в ТГц диапазон (наибольшей частотой модуляции обладает ИБВ с полуволновой длиной петли). Чем выше частота модуляции, тем больше мощность терагерцовой компоненты.

## **МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА КОРОЗІЮ МЕТАЛУ В ЕЛЕКТРОЛІТІ З ПЕРІОДИЧНИМ РОЗПОДІОМ КОНЦЕНТРАЦІЇ**

<sup>1</sup>Маїлян А.Д., <sup>2</sup>Горобець О. Ю.

<sup>1</sup>*Національний Технічний Університет України "Київський Політехнічний Інститут", 03057, м. Київ, пр. Перемоги 37.*

<sup>2</sup>*Інститут магнетизму НАН та МОН України, 03042, м. Київ, пр. Вернадського 36-б  
e-mail: anushkaib@mail.ru*

В останні десятиріччя дослідження прикладення магнітного поля з процесом електроосадження, дозволяє значно покращити функціональні фізико-хімічні властивості отриманих структур, що зазначено у статті Койя та Спади В **105** (2001) 9487. Наприклад, металеві плівки осажені з відповідних електролітів у магнітному полі мають привабливі властивості за адгезією, гладкістю поверхні, відбивної здатності. Зазвичай, вплив магнітного поля на приелектродні процеси пояснюється дією на позитивно заряджені іони металів сили Лоренца. Також на іони металів діє градієнтна магнітна сила. Ця градієнтна магнітна сила  $F$  складається з двох доданків. Перший з них пропорційний  $\chi_m B^2 \nabla c$ , другий пропорційний  $\chi_m c \nabla B^2$ . Крім того, при розрахунку гідродинаміки електролітів в магнітному полі враховується магнітогідродинамічна сила  $F_d \sim [(\vec{v} \times \vec{B}) \times \vec{B}]$  дані висновки зроблені за статтею Койя "Магнітоелектрохімія", та надруковані у журналі "Новини єврофізики".

У даній роботі було розраховано вплив постійного магнітного поля на корозію металічного циліндру в електроліті, за умови, що концентрація електроліту змінюється за періодичним законом на поверхні циліндру вздовж його осі симетрії, це дозволяє пояснити явища самоорганізації при корозії сталевого циліндру в постійному магнітному полі, які раніше експериментально спостерігалось у роботах Горобець С.В. та Горобець О.Ю..

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛА ПЛОСКО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ВОЛНОВОДЕ**

Ю.А. Мельниченко, Г.А. Лукьянчук, Г.В. Лемешко, М.Р. Османов

*Севастопольский национальный технический университет,  
99053, г. Севастополь, Студенческий городок, кафедра радиотехники  
E-MAIL: RT-SEVNTU@MAIL.RU*

Аннотация. В работе представлены соотношения, связывающие комплексные коэффициенты отражения и передачи с комплексными параметрами материала плоскопараллельной пластины, расположенной в волноводе прямоугольного сечения. Изложена методика высокоточного измерения СВЧ параметров пластины и на их основе определения

вещественных и мнимых составляющих комплексных диэлектрической и магнитной проницаемости материала, проведен анализ погрешностей их определения.

На плоскопараллельную пластину (исследуемый образец материала), размещенную в прямоугольном волноводе с волной  $H_{10}$ , под углом  $\Theta_{z1}$  падает перпендикулярно поляризованная плоская волна. Волновод нагружен согласованной нагрузкой СН. Комплексные коэффициенты отражения  $\dot{\Gamma}_{ii}$  и преломления  $\dot{T}_{ij}$  электромагнитных волн на границах раздела сред, а также коэффициент распространения волны  $\dot{K}$  в исследуемом образце зависят от относительных комплексных диэлектрической  $\dot{\epsilon} = \epsilon' - i\epsilon''$  и магнитной  $\dot{\mu} = \mu' - i\mu''$  проницаемостей материала пластины. С целью определения ККО и ККП волноводного четырехполюсника проанализирован ориентированный граф плоскопараллельной пластины, размещенной в волноводе.

В соответствии с изложенной методикой, по измеренным модулям и аргументам ККО и ККП исследуемого четырехполюсника, заполненного исследуемым материалом, определены электромагнитные параметры последнего:  $\epsilon'$ ,  $\epsilon''$ ,  $\mu'$ ,  $\mu''$ , а также  $\dot{K}$ . Указанные параметры дают полную характеристику измеряемого образца.

В измерителях ККО и ККП представления частотных характеристик искомых модулей ( $\Gamma$ ,  $T$ ) и аргументов ( $\varphi$ ,  $\psi$ ) можно осуществлять на дисплее компьютера в графической или табличной формах. Таким же образом можно представить частотные зависимости электромагнитных параметров вещества  $\epsilon'$ ,  $\epsilon''$ ,  $\mu'$ ,  $\mu''$ , которые могут служить паспортными данными любого материала.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОВОДОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ PLC

А.Ф. Розвадовский

ООО «Оптима-Сервис связь», 99055, пр. Ген. Острякова, 248-а  
e-mail: rozvadovsky@mail.ru

Среди проводных систем передачи данных особое место занимает технология передачи данных по электрическим проводам (Power-line Communications – PLC), которая благодаря хорошо развитой инфраструктуре находит все большее применение при передаче данных на большие расстояния по линиям электропередач (ЛЭП), при построении локальных вычислительных сетей (ЛВС), при организации широкополосного доступа в Интернет и т.п. С другой стороны все большее применение находят комбинированные системы связи, где для передачи данных используется не только проводная, но и беспроводная связь.

При организации связи по электрическим проводам внутри помещений для объединения различных ЛВС, построенных на проводах, имеющих разную фазу или разделенных трансформатором, а также для подключения удаленного объекта, с которым по каким-либо причинам невозможно организовать проводную связь, целесообразно организовать беспроводную передачу данных, при которой электрические провода, согласно принципу двойственности, могут выступать в качестве излучателя-приемника сигнала. В этом случае, электромагнитное поле, создаваемое электрической проводкой, будет определяться геометрией проводов, а также подключенной к ним нагрузкой. Однако в этом случае внутри помещений возможно появление «мертвых зон», внутри которых будет невозможен прием и передача излучаемого сигнала.

Целью данной работы является расчет электромагнитного поля, создаваемого электрическими проводами, использующимися для беспроводной передачи данных, а также предложение путей уменьшения числа и размеров «мертвых зон» путем изменения геометрии излучающих проводов и введения дополнительной нагрузки, корректирующей распределение тока вдоль них.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ ВОЛНОВЫХ ПАКЕТОВ РИДБЕРГОВСКИХ АТОМОВ

В.Л. Дербов<sup>1</sup>, Н.И. Тепер<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского  
410026, г. Саратов, ул. Астраханская, 83*

<sup>2</sup>*Саратовский государственный социально-экономический университет  
410600, г. Саратов, ул. Радищева, 89  
e-mail: teper@rambler.ru*

Мы представляем результаты исследования структуры и свойств локализованных волновых пакетов, полученные на основе моделирования распределения электронной плотности в пространстве при заданных параметрах пакета и процесса его экспериментального получения. Такой волновой пакет характеризуется минимальным значением произведения неопределенностей, движется по классической кеплеровской орбите на большом удалении от ядра, и вследствие принципа соответствия является классическим пределом атома. Такое состояние будет сочетать и классические и квантовые свойства. Объектами изучения были форма и динамика пакетов, составленных из ограниченного числа собственных состояний атома водорода. Одной из целей исследования являлось изучение зависимости степени локализации электронной плотности от количества уровней в суперпозиции и обоснование применимости подхода основанного на использовании конечного числа собственных состояний. Для этого был проиллюстрирован процесс формирования и дальнейшего расплывания локализованного пакета со временем.

Локализация электронной плотности и формирование пакета может быть достигнута, используя взаимодействие атома с лазерным излучением. Для изучения этой проблемы решалась задача создания локализованных волновых пакетов при помощи лазерных импульсов с использованием численного моделирования. Рассматривается действие на атом линейно и циркулярно-поляризованных полей. Анализируется форма и свойства результирующего пакета составленного из собственных состояний с низким значением орбитального и магнитного квантовых чисел. Производится оценка вероятности ионизации атома во время взаимодействия с полем. Полученные нами результаты хорошо согласуются с результатами других авторов.

