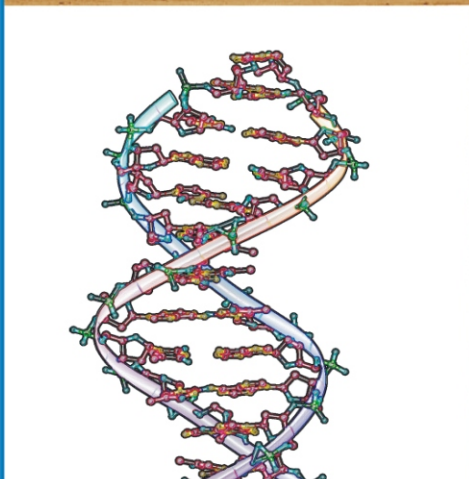
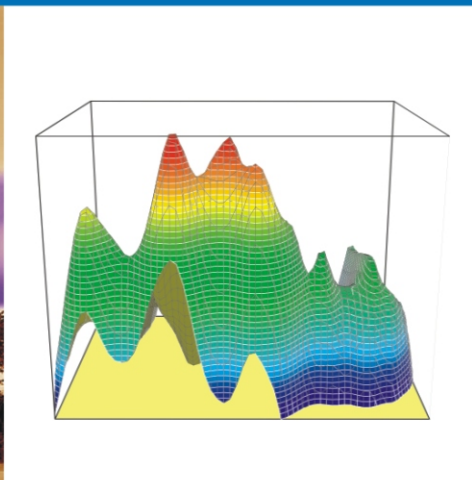


Інститут радіофізики та електроніки
ім. О.Я. Усикова НАН України

VII Харківська конференція молодих науковців „Радіофізика та електроніка”

Програма та збірник анотацій



Харків, Україна, 12 - 14 грудня 2007 р.

		<i>Актова зала</i>	<i>Зала засідань</i>
Середа 12. 12. 2007	8:00 – 9:00		Реєстрація учасників ^{1,2}
	9:00 – 9:30	Відкриття конференції	
	9:30 – 11:30	Пленарне засідання - 1	
	11:30 – 13:30	<i>Час на обід та поселення</i>	
	13:30 – 15:30	Біофізика - 1	Мікрохвильова та Твердотільна Електроніка - 1
	15:30 – 16:00	Стендові доповіді: Біо + МТЕ / Coffee break ^{2,3}	
	16:00 – 18:00	Біофізика - 2	Мікрохвильова та Твердотільна Електроніка - 2
	18:00 – 20:00	Welcome Party ³	
Четвер 13. 12. 2007	9:00 – 11:00	Радіофізика Твердого Тіла - 1	Оптика & Фотоніка - 1
	11:00 – 11:30	Стендові доповіді: РТТ + ОФ / Coffee break ^{2,3}	
	11:30 – 13:30	Радіофізика Твердого Тіла - 2	Оптика & Фотоніка - 1
	13:30 – 14:30	<i>Час на обід</i>	
	14:30 – 16:00		Пленарне засідання - 2
	16:00 – 17:30	Біофізика - 3	OSA Ukrainian Regional Chapters Meeting
	17:30 – 18:30	Візит до Харківського Планетарію ⁴	
П'ятниця 14. 12. 2007	9:00 – 10:30	Теор. та Експериментальна Електродинаміка - 1	Радіолокація та Дистанційне Зондування - 1
	10:30 – 11:00	Стендові доповіді: ТЕЕ + РДЗ / Coffee break ^{2,3}	
	11:00 – 12:30	Теор. та Експериментальна Електродинаміка - 2	Радіолокація та Дистанційне Зондування - 2
	12:30 – 15:30	<i>Час на обід</i> + Експерсії до відділів ІРЕ + Автобусна екскурсія по місту Харкову ⁴	
	16:00 – 17:30	Пленарне засідання - 3	
	17:30 – 18:00	Церемонія закриття та нагородження переможців конкурсу на найкращу роботу	
	18:00 – 22:00		Банкет

¹ Реєстрація учасників є обов'язковою

² Фойє зали засідань (3-тій поверх головної будівля ІРЕ)

³ БЕЗКОШТОВНО для усіх зареєстрованих учасників YSC'07

⁴ Попередня інформація (буде уточнено під час заходу)

Інформація про IPE HANU України

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

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

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

Привітальне слово Організаційного Комітету

Шановні колеги,

Ми раді привітати учасників VII-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 країн Європейського Союзу.

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

Організаційний Комітет YSC'07

Зміст

Інформація про IPE HANU та вступне слово	1
Географія конференції	2
Перелік установ учасників конференції	3
Організаційний та програмний комітети	4
Програма конференції	5
Програма OSA Ukrainian Regional Student Chapters Meeting.....	15
Культурна програма конференції	16
Збірник анотацій доповідей	17
Запрошені доповіді	18
Секція „Біофізика”	27
Секція „Мікрохвильова та твердотільна електроніка”	55
Секція „Радіофізика твердого тіла”	71
Секція „Оптика та Фотоніка”	89
Секція „Теоретична та експериментальна електродинаміка”	111
Секція „Радіолокація та дистанційне зондування”	127
Розклад конференції	обкладинка



	Географія конференції - Країна (місто)	Кількість
1.	Україна (Харків)	58
2.	Україна (Київ, Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, Донецьк, Львів, Севастополь, Суми, Чернівці, Ужгород)	34
3.	Росія (Барнаул, Ростов-на-Дону, Калінінград, Іркутськ, Саратов)	4
4.	Чехія (Прага)	1
5.	Україна – Болгарія (Sofia)	1
6.	Україна – Германія (Lueneburg, Ulm, Stuttgart)	2
7.	Україна – Іспанія (Ciudad Real)	1
8.	Україна – Італія (Napoli)	1
9.	Україна – Корея (Тейджон, Gwangju)	1
10.	Україна – Мексика (Oaxaca, Salamanca)	2
11.	Україна – США (Ciudad Real)	1
12.	Україна – Росія (Ст.-Петербург)	1
13.	Україна – Франція (Rennes)	1
14.	Україна – Японія (Wako-shi, Saitama)	1

Всього : 109

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

Перелік організацій учасників YSC-2007		Абревіатура	Місто
1.	<i>Алтайский государственный университет</i>	<i>АГУ</i>	<i>Барнаул</i>
2.	<i>Беларусский государственный университет</i>	<i>БГУ</i>	<i>Минск, Беларусь</i>
3.	<i>ВНИИМ им. Д.И. Менделеева</i>	<i>ВНИИМ</i>	<i>Ст.Петербург</i>
4.	<i>Днепропетровский национальный университет</i>	<i>ДНУ</i>	<i>Дніпропетровськ</i>
5.	<i>Днепродзержинский государственный технический университет</i>	<i>ДГТУ</i>	<i>Днепродзержинск</i>
6.	<i>Донецкий Национальный Университет</i>	<i>ДНУ</i>	<i>Донецк</i>
7.	<i>Западное отделение ИЗМИРАН</i>	<i>ЗО ИЗМИРАН</i>	<i>Калининград</i>
8.	<i>Институт ионосферы НАН и МОН Украины</i>	<i>ИИ НАН и МОНУ</i>	<i>Харків</i>
9.	<i>Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины</i>	<i>ИПКК НАНУ</i>	<i>Харків</i>
10.	<i>Институт радиофизики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України</i>	<i>IPE НАНУ</i>	<i>Харків</i>
11.	<i>Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарёва НАН Украины</i>	<i>ИФП НАНУ</i>	<i>Київ</i>
12.	<i>Институт электронной физики НАН Украины</i>	<i>ІЕФ НАНУ</i>	<i>Ужгород</i>
13.	<i>Київський національний університет ім. Т.Г. Шевченка</i>	<i>КНУ</i>	<i>Київ</i>
14.	<i>Львівський національний університет ім. Івана Франка</i>	<i>ЛНУ</i>	<i>Львів</i>
15.	<i>Морской гидрофизический институт НАН Украины</i>	<i>МГИ НАНУ</i>	<i>Севастополь</i>
16.	<i>Национальный Авиационный Университет</i>	<i>НАУ</i>	<i>Київ</i>
17.	<i>Научный физико-технологический центр МОН и НАН Украины</i>	<i>НФТЦ МОН и НАНУ</i>	<i>Харків</i>
18.	<i>Національний Науковий Центр "Харківський Фізико-Технічний Інститут"</i>	<i>ННЦ"ХФТИ"</i>	<i>Харків</i>
19.	<i>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»</i>	<i>НТУ «ХПИ»</i>	<i>Харків</i>
20.	<i>Национальный фармацевтический университет</i>	<i>НФУ</i>	<i>Харьков</i>
21.	<i>Открытое акционерное общество "Специальное конструкторское бюро радиотехнических приборов"</i>	<i>СКБРП</i>	<i>Донецк</i>
22.	<i>Радиоастрономический институт, НАН Украины</i>	<i>РИ НАНУ</i>	<i>Харків</i>
23.	<i>Ренський університет 1</i>	<i>РУ1</i>	<i>Рен, Франція</i>
24.	<i>Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского</i>	<i>СГУ</i>	<i>Саратов</i>
25.	<i>Саратовский государственный социально-экономический университет</i>	<i>СГСЭУ</i>	<i>Саратов</i>
26.	<i>Севастопольский национальный технический университет</i>	<i>СНТУ</i>	<i>Севастополь</i>
27.	<i>Таврический национальный университет им В.И. Вернадского</i>	<i>ТНУ</i>	<i>Симферополь</i>
28.	<i>Украинский государственный химико-технологический университет</i>	<i>УГХТУ</i>	<i>Днепропетровск</i>
29.	<i>Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України</i>	<i>ФМІ</i>	<i>Львів</i>
30.	<i>Физико-технический институт низких температур им. Б.Е. Веркина НАН Украины</i>	<i>ФТИНТ НАНУ</i>	<i>Харків</i>
31.	<i>Харьковский национальный объединенный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил</i>	<i>ХНО НИИ ВС</i>	<i>Харків</i>
32.	<i>Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина</i>	<i>ХНУ</i>	<i>Харків</i>

33.	<i>Харьковский национальный университет радиоэлектроники</i>	<i>ХНУРЭ</i>	<i>Харків</i>
34.	<i>Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича</i>	<i>ЧНУ</i>	<i>Чернівці</i>
35.	<i>Южный Федеральный Университет</i>	<i>ЮФУ</i>	<i>Ростов-на-Дону</i>
36.	<i>АО «SELMI»</i>	<i>АО «SELMI»</i>	<i>Суми</i>
37.	<i>Biospheric Sciences Branch, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt</i>	<i>NASA GSFC</i>	<i>Maryland, USA</i>
38.	<i>CNR-INFN Lab Coherentia, Università di Napoli Federico II</i>	<i>UNF</i>	<i>Italy</i>
39.	<i>Department of Applied Organic Chemistry, Faculty of Chemistry, University of Sofia, Bulgaria</i>	<i>DAOC US</i>	<i>Sofia, Bulgaria</i>
40.	<i>Department of Chemistry, University of Calgary</i>	<i>UC</i>	<i>Canada</i>
41.	<i>Department of Information and Communications, Gwangju Institute of Science and Technology</i>	<i>Gwangju IST</i>	<i>Republic of Korea</i>
42.	<i>European Technology Center, Panasonic Electronic Devices Europe GmbH,</i>	<i>ETC</i>	<i>Lueneburg, Germany</i>
43.	<i>FIMEE, Universidad de Guanajuato, Salamanca</i>	<i>FIMEE UG</i>	<i>Mexico</i>
44.	<i>Frontier Research System, The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN)</i>	<i>RIKEN</i>	<i>Japan</i>
45.	<i>Institute of Organic Chemistry and Biochemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic</i>	<i>IOChB NAS of Czech Republic</i>	<i>Czech Republic</i>
46.	<i>Instituto de Matemática Aplicada a la Ciencia y la Ingeniería, Universidad de Castell-La Mancha</i>	<i>IMAC</i>	<i>Ciudad Real, Spain</i>
47.	<i>Institut für Optoelektronik, Universität Ulm</i>	<i>IOUU</i>	<i>Germany</i>
48.	<i>Institut für Strahlwerkzeuge, Universität Stuttgart</i>	<i>ISUU</i>	<i>Germany</i>
49.	<i>Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, Rennes</i>		<i>France</i>

Організаційний комітет YSC-07

Артем Борискін, к.ф.-м.н., IPE НАНУ
Юрій Гончаренко, к.ф.-м.н., IPE НАНУ

Голови програмного комітету

Михайло Ходзіцкий, IPE НАНУ
Максим Хруслов, IPE НАНУ

Голови оргкомітету

Євгенія Мінакова, IPE НАНУ

Секретар конференції

Члени організаційного та програмного комітетів:

Оксана Шрамкова, к.ф.-м.н., IPE НАНУ
Ольга Хорунджая, к.ф.-м.н., IPE НАНУ
Тетяна Багмут, IPE НАНУ
Михайло Балабан, IPE НАНУ
Олена Борискіна, к.ф.-м.н., IPE НАНУ
Сергій Буняєв, IPE НАНУ
Олексій Вічкань, IPE НАНУ
Павло Вишлавін, IPE НАНУ

Олексій Галан, Харківській національний університет
Євгенія Єрмак, IPE НАНУ
Максим Івахніченко, IPE НАНУ
Ольга Костильова, IPE НАНУ
Олексій Кулешов, IPE НАНУ
Сергій Мізрахи, IPE НАНУ
Євгеній Ольховській, НТУ "Харківський політехнічний інститут"

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ - 1

Актова зала **Середа** **12.12.2007** **9 :00 – 11 :30**

9:00 Відкриття конференції.

Привітання учасників : к.ф.-м.н. **А.В. Борискін**, голова програмного комітету YSC.

Вступне слово : академік НАН України **В.М. Яковенко**, директор IPE НАН України.

9:30 – 10:00 " ЭЛЕКТРОННЫЙ СПИНОВЫЙ РЕЗОНАНС В НАНОФИЗИКЕ ",

Сергей Иванович Тарапов, доктор физ.-мат. наук, профессор, ИРЭ НАН Украины.

10:00 – 10:30 " ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ В МЕДИЦИНЕ ",

Николай Николаевич Рожицкий, доктор физ.-мат. наук, профессор, Харьковский национальный университет радиоэлектроник.

10:30 – 11:30 " FOUR CENTURIES OF IMAGING TECHNOLOGY ",

Prof. **William T. Rhodes**, Florida Atlantic University (OSA Distinguished Lecturer)

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ - 2

Зала засідань **Четвер** **13.12.2007** **14 :30 – 15 :30**

14:30 – 15:00 " МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РВГ СТРУКТУР С ПРИЛОЖЕНИЯМИ ",

Игорь Владимирович Щербатко, кандидат физ.-мат. наук, с.н.с., ИРЭ НАН Украины.

15:00 – 15:30 " МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ФК ",

Владимир Иванович Фесенко, доктор физ.-мат. наук, профессор, Харьковский национальный университет радиоэлектроник.

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ - 3

Актова зала **П'ятниця** **14.12.2007** **16 :00 – 17 :30**

16:00 – 16:30 " АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ВЕКТОРНЫЕ И СКАЛЯРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ ММ ДИАПАЗОНА ДЛЯ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ",

Геннадий Петрович Ермак, канд. физ.-мат. наук, с.н.с., ИРЭ НАН Украины.

16:30 – 17:00 " ВОЛНОВОДЫ И РЕЗОНАТОРЫ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ",

Виктор Георгиевич Сеницын, канд. физ.-мат. наук, с.н.с., Институт радиоастрономии НАН Украины.

17:00 – 17:30 " ЛАЗЕРНАЯ СКАНИРУЮЩАЯ МИКРОСКОПИЯ СВЕРХПРОВОДНИКОВ ",

Александр Петрович Журавель, доктор физ.-мат. наук, профессор, Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины.

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

СЕКЦІЯ:			БІОФІЗИКА - 1
Актова Зала	Середа	12.12.2007	13:30 – 15:30
1. <u>В. Андрущенко</u> ¹ , Х. Визер ² , П. Боуж ¹	СПЕКТРОСКОПИЯ ВИБРАЦИОННОГО КРУГОВОГО ДИХРОИЗМА КАК МЕТОД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ДНК: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД		<i>IOCB NASC, Praha University of Calgary, Canada</i>
2. Филипский А.В.	ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ		IPE HANU, Харків
3. <u>Ю.Н. Близнюк</u> , Т.В. Большух, А.И. Гасан	МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СВЯЗЫВАНИЯ ФЛАВИНМОНОНУКЛЕОТИДА С ДНК ПО ДАНЫМ РАМАН СПЕКТРОСКОПИИ И СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ		IPE HANU, Харків
4. <u>А.С. Хребтова</u> , Е.В. Духопельников Е.Г. Березняк	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗЫВАНИЯ ЛИГАНДОВ С ДНК ПО ДАНЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ		IPE HANU, Харків
5. А.В.Федоренко	ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СУПЕРСПИРАЛЬНОЙ ДНК В НУКЛЕОСОМАХ		ХНУ, Харків
6. М.Ю. Ткаченко	МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФОРМАЦИОННОЙ ДИНАМИКИ САХАРО-ФОСФАТНОГО ОСТОВА ДНК БЕЛКОВО-НУКЛЕИНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ		IPE HANU, Харків
7. <u>Е.В. Мирошниченко</u> А.В. Шестопалова	ДИНАМИКА ДОДЕКАМЕРОВ ДНК РАЗЛИЧНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ		IPE HANU, Харків
8. <u>А.М. Голиус</u> ¹ , Е.В. Мирошниченко ² А.В. Шестопалова ²	МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДОКИНГ ПРОИЗВОДНОГО АКТИНОЦИНА И ФРАГМЕНТОВ ДНК РАЗНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ		ХНУ, IPE HANU, Харків

СЕКЦІЯ:			БІОФІЗИКА - 2
Актова Зала	Середа	12.12.2007	16:00 – 18:00
9. <u>Е.Л. Усенко</u> , В.А. Сорокин, В.А. Валеев	ВЛИЯНИЕ ИОНОВ Ni ²⁺ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ПОЛИНУКЛЕОТИДОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ АДЕНИНА И УРАЦИЛА		ФТІНТ HANU, Харків
10. <u>Е.А. Минакова</u> , Е.Б. Круглова	ВЛИЯНИЕ ОДНОВАЛЕНТНЫХ ИОНОВ НА СВЯЗЫВАНИЕ АКТИНОЦИНОВОГО ПРОИЗВОДНОГО С НАТИВНОЙ И ДЕНАТУРИРОВАННОЙ ДНК		IPE HANU, Харків
11. <u>Н.М. Хомутова</u> , В.В. Костюков, М.П. Евстигнеев	ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ВКЛАД В ЭНЕРГИЮ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ АНТРАЦИКЛИНОВЫХ АНТИБИОТИКОВ С ДНК		СевНТУ, Севастополь
12. <u>Е.Л. Ермак</u> , Е.Б. Круглова	ИССЛЕДОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОГО СВЯЗЫВАНИЯ АКТИНОЦИНОВОГО ПРОИЗВОДНОГО И БРОМИСТОГО ЭТИДИЯ С ТИМУСНОЙ ДНК		IPE HANU, Харків
13. Е.П. Борискина ¹ , В. Флори ²	РАСПОЛОЖЕНИЕ И КОЛИЧЕСТВО КОНЕЧНОСТЕЙ У ПОЗВОНОЧНЫХ: СЛУЧАЙНОСТЬ ИЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ?		IPE HANU, Харків GMCM, UR, France

- | | | | |
|-----|---|--|----------------------|
| 14. | <u>Е.С. Заруднев</u> ,
А.М.Плохотниченко
и др. | ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ
МОЛЕКУЛАМИ ИМИДАЗОФЕНАЗИНА
МЕТОДАМИ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ И АВ INITIO | ФТІНТ, Харків |
| 15. | <u>Е.Н. Животова</u> ¹ ,
А.В. Зинченко ² | О ФОРМИРОВАНИИ СТЕКЛООБРАЗНОГО
СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОКСИЭТИ-
ЛИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГЛИЦЕРИНА
РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ | НФУ, ІПКК,
Харків |
| 16. | А.В. Зинченко,
<u>И.А. Буряк</u> ,
В.Д. Зинченко | ВЛИЯНИЕ ОЗОНА НА ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ
ГЕМОГЛОБИНА И МЕМБРАНОСВЯЗАННЫХ
БЕЛКОВ ЭРИТРОЦИТОВ | ІПКК НАНУ,
Харків |

СЕКЦІЯ:	БІОФІЗИКА - 3		
Актова Зала	Четвер	13.12.2007	16:00 – 17:30

- | | | | |
|-----|--|--|---|
| 17. | Ю. Я. Томка | ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ СИНГУЛЯРНСТІ ЗОБРАЖЕНЬ
БІОЛОГІЧИХ ТКАНИН | ЧНУ, Черновці |
| 18. | <u>Н.В. Шейкина</u> ¹ ,
В.А. Бондаренко ¹ ,
Н.И. Богатина ² | ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО МАГНИТНОГО
ПОЛЯ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ РАЗЛИЧНЫХ
БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПОСЛЕ ШОКА,
ВЫЗВАННОГО ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЕМ | ХНУ,
ФТІНТ,
Харків |
| 19. | <u>А.С. Агафонова</u> ¹ ,
В.А. Сурков ² | КОРРЕКТИРОВКА ПАРАМЕТРОВ
ТРЕХЭЛЕКТРОДНОГО ЭНЕРГОФИЛЬТРА ТИПА
ДВУГРАННЫЙ УГОЛ С ТОРЦЕВЫМИ
ДИАФРАГМАМИ | ІЕФ НАНУ,
Ужгород
АО « <i>SELM</i> »,
Суми |
| 20. | <u>А.В. Адельянов</u> ,
О.А. Горобченко и
др. | ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАСТВОРОВ
СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА БЫКА ПРИ
РАЗЛИЧНЫХ pH | ХНУ, Харків |
| 21. | <u>Н.А. Белогурова</u> ,
Н.В. Сергеева и
др. | ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ
ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И
ТЕРАПИИ | ХНУ, Харків |
| 22. | <u>И.П. Махненко</u> ,
Н.Г. Стервиедов,
С.Г. Яновская | ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КЛАСТЕР ДЛЯ
ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ | ХНУ, Харків |

Стендові доповіді:	БІОФІЗИКА		
Фойє зали засідань	Середа	12.12.2007	15:30 – 16:00

- | | | | |
|-----|--|--|---|
| 23. | <u>Е.В. Добровольская</u> ,
А.В. Юдинцев и др. | ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АМИЛОИД-
СПЕЦИФИЧЕСКОГО КРАСИТЕЛЯ CONGO RED С
МЕМБРАНАМИ | ХНУ, Харків |
| 24. | <u>О.К. Захаренко</u> ,
В.М. Трусова и др. | ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНГО КРАСНОГО С
БЕЛКАМИ | ХНУ, Харків |
| 25. | <u>Н.В. Шейкина</u> ¹ ,
Н.И. Богатина ² ,
В.А. Бондаренко ¹ | ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ МАГНИТНЫХ ШУМОВ
НА АМПЛИТУДУ И СПЕКТР ГЕНЕРИРУЕМОГО
РАСТЕНИЯМИ В ПРОЦЕССЕ ИХ РОСТА
МАГНИТНОГО ШУМА И НА ГРАВИТРО-
ПИЧЕСКУЮ РЕАКЦИЮ КОРНЕЙ РАСТЕНИЙ | ХНУ,
ФТІНТ,
Харків |
| 26. | <u>А.В. Юдинцев</u> ¹ ,
В.М. Трусова ¹ и др. | ВЛИЯНИЕ ЛАНТАНИДОВ НА СТРУКТУРНОЕ
СОСТОЯНИЕ МОДЕЛЬНЫХ МЕМБРАН ПО
ДАНЫМ МЕТОДА ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ
ЗОНДОВ | ХНУ, Харків
<i>University of
Sofia, Bulgaria</i> |

СЕКЦІЯ: МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА - 1
Зала засідань Серeda 12.12.2007 13:30 – 15:30

- | | | | |
|-----|---|---|--|
| 27. | <u>М.О. Баран</u> ,
І.О. Хвищун | ДОСЛІДЖЕННЯ КВАЗІНЬЮТОНІВСЬКОГО
АЛГОРИТМУ ПРИСКОРЕННОГО ПОШУКУ
ПЕРІОДИЧНИХ РЕЖИМІВ | ЛНУ, Львів |
| 28. | <u>В.А. Горяшко</u> ,
К.В. Ильенко | АДИАБАТИЧЕСКИЕ ИНВАРИАНТЫ ДВИЖЕНИЯ
В МАЗЕРЕ НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ | ІРЕ НАНУ,
Харків |
| 29. | <u>А.В. Деревянко</u> ,
М.Ю. Силки,
А.Н. Стервиедов | СТАБИЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИОННО-ЛУЧЕВОГО
ОСАЖДЕНИЯ УЛЬТРАТОНКИХ ПЛЕНОК
НИТРИДОВ И ОКСИНИТРИДОВ МЕТАЛЛОВ | ХНУ, Харків
НФТЦ МОН та
НАНУ, Харків |
| 30. | <u>А.В. Иванченко</u> | ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ
ВАРИСТОРОВ СОДЕРЖАЩИХ ОКСИД БОРА | УГХТУ,
Днепропетровск |
| 31. | <u>В.А. Коваль</u> ,
<u>М.О. Малахова</u> ,
Н.Г. Стервиедов | ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ
ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ
ПЛАЗМЫ | ХНУ, Харків |
| 32. | <u>В.А. Коваленко</u> ,
В.Г. Крыжановский,
В.В. Марченко,
Д.В. Бабко | ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ КЛАССА
F С РАСШИРЕННОЙ РАБОЧЕЙ ПОЛОСОЙ
ЧАСТОТ | ДонНУ,
Донецьк
ОАО СКБРП,
Донецьк |

СЕКЦІЯ: МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА - 2
Зала засідань Серeda 12.12.2007 16:00 – 18:00

- | | | | |
|-----|--|--|------------------------|
| 33. | <u>А.В. Кузьмин</u> ,
А.С. Посухов,
В.Е. Семененко | РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТОЛЩИН ВАКУУМНО-ОСАЖДЕННЫХ ТОНКИХ
ПЛЕНОК | ХНУ, Харків |
| 34. | <u>М.Я. Кушнір</u> ,
<u>В.Б. Русин</u> | ДВОКОНТУРНА МОДИФІКАЦІЯ ХАОТИЧНОГО
ГЕНЕРАТОРА ЧУА | ЧНУ,
Черновці |
| 35. | <u>Д.Г. Макаров</u> ,
В.Г. Крыжановский | ДВУХТАКТНЫЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ
СВЧ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ КЛАССА E/F _{2,3} | ДонНУ,
Донецьк |
| 36. | <u>В.А. Мойсеєнко</u> ,
В.І. Васючка та інші | ВУЗЬКОСМУГОВИЙ ФІЛЬТР НА
МАГНІТОСТАТИЧНИХ ХВИЛЯХ | КНУ, Київ |
| 37. | <u>О.В. Попросименко</u> | ПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА ДЛЯ БАЗОВЫХ
ПУНКТОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ | СевНТУ,
Севастополь |
| 38. | <u>А.С. Посухов</u> ,
В.Е. Семененко,
Н.Г. Стервиедов | ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ТЕМПЕРАТУРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ СТОЙ-
КОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ | ХНУ, Харків |
| 39. | <u>А.С. Прилипская</u> ,
В.А. Принцовский,
В.Г. Крыжановский | УСИЛИТЕЛЬ ДОГЕРТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
УСИЛИТЕЛЕЙ КЛАССА E И КЛАССА B | ДонНУ,
Донецьк |

Стенові доповіді: МІКРОХВИЛЬОВА ТА ТВЕРДОТІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА
Фойє зали засідань Серeda 12.12.2007 15:30 – 16:00

- | | | | |
|-----|--|---|------------------------------------|
| 40. | <u>О. В. Ерьомін</u> ,
О.О. Шишкін | БАЛАНС ЕНЕРГІЇ ТА ЧАСТИНОК У
ТЕРМОЯДЕРНІЙ ПЛАЗМІ З РІЗНИМИ
СЦЕНАРІЯМИ ПОДАЧІ ПАЛИВА ТА ВИВОДОМ
ЗОЛИ АЛЬФА-ЧАСТИНОК | ХНУ, Харків
ННЦ ХФТІ,
Харків |
| 41. | <u>М.О. Хорунжий</u> ,
А.Н. Кулешов,
Б.П. Ефимов | ВОЗБУЖДЕНИЕ СВЧ РАЗРЯДА В
ОДНОПРОВОДНОЙ ЛИНИИ | ІРЕ НАНУ,
Харків |

СЕКЦІЯ: РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА - 1			
Актова Зала	Четвер	13.12.2007	9:00 – 11:00
42. А.А. Андреев	ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ВАРИСТОРНОЙ КЕРАМИКЕ НА ОСНОВЕ WO ₃		ДГТУ, Дніпро-родзержинск
43. <u>Т.М. Булана</u> , І.В. Гомілко, А.Ю. Ляшков	ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗА ГАЗОВОГО ОТОЧЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СЕНСОРІВ		ДНУ, Дніпропетровськ
44. Р.І. Грицьків	МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ КЛАСТЕРНИХ СТРУКТУР У КРИСТАЛАХ CdI ₂		ЛНУ, Львів
45. <u>Р.В. Зайцев</u> , М.В. Кириченко, В.Р. Копач	ПАРАМЕТРЫ НЕОСНОВНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В БАЗОВЫХ КРИСТАЛЛАХ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ		НТУ"ХПИ", Харків
46. О.А. Замураев	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ПОЛУПРОВОДНИКЕ		IPE HANU, Харків
47. С.С. Апостолов ^{1,2} , <u>Д.В. Кадыгроб</u> ² , та інші	НЕЛИНЕЙНЫЙ ОТКЛИК СЛОИСТОГО СВЕРХПРОВОДНИКА НА СИММЕТРИЧНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ		IPE HANU, ХНУ, Харків RIKEN, Japan
48. <u>М.В. Кириченко</u> , С.А. Бондаренко, Р.В. Зайцев, В.Р. Копач	ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ P-N ПЕРЕХОДАМИ ПРИ КОНЦЕНТРИРОВАННОМ СОЛНЕЧНОМ ИЗЛУЧЕНИИ		НТУ"ХПИ", Харків
49. А.Я. Кириченко, <u>Е.В. Кривенко</u> , В.И. Луценко	ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ В СОСТАВЕ ГАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА С КОЛЕБАНИЯМИ ТИПА «ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЛЕРЕИ»		IPE HANU, Харків

СЕКЦІЯ: РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА - 2			
Актова Зала	Четвер	13.12.2007	11:30 – 12:15
50. <u>В.О. Оголь</u> , С.О. Омельченко, О.В. та інші	ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОЧАСТОК НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ В ОРГАНІЧНІЙ МАТРИЦІ		ДНУ, Дніпропетровськ
51. <u>Е.Г. Плахтий</u> , В.О. Макаров	ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОЛЬФРАМ-ОКСИДНОЙ КЕРАМИКИ		ДНУ, Дніпропетровськ
52. <u>И.А. Скуратовский</u> ¹ , А.Б. Глот ² , Е.В. Скуратовская ¹	ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ Nb ₂ O ₅ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВАРИСТОРНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ОЛОВА		ДНУ, Дніпропетровськ UTM, Mexico

Стенові доповіді: РАДІОФІЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА			
Фойє зали засідань	Четвер	13.12.2007	11:00 – 11:30
53. Т.В. Багмут	ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОРЯДКА В ГРАНУЛЯРНОЙ НАНОСТРУКТУРЕ (SiO ₂) _{100-x} Co _x /GaAs		IPE HANU, Харків
54. <u>А.В. Дегтярёв</u> , А.С. Тонкошкур	ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО БАРЬЕРА В КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ ПОЛИЭТИЛЕН-ГРАФИТ		ДНУ, Дніпропетровськ

- | | | | |
|-----|---|--|----------------------------------|
| 55. | <u>А.Ю. Ляшков</u> ,
И.В. Гомилко,
А.С. Тонкошкур,
А.В. Дегтярев | РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ
НЕЛИНЕЙНЫХ РЕЗИСТОРОВ С
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ
КОЭФФИЦИЕНТОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ | ДНУ,
Дніпропетровськ |
| 56. | М.К. Ходзицкий | ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ
ПЛЕНКИ МАНГАНИТА $La_{0.775}Sr_{0.225}MnO_3$
МЕТОДОМ ЭСР ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 4.2 К | IPE НАНУ,
Харків |
| 57. | <u>О.В. Хмеленко</u> ,
К.А. Селин, Ю.Н.
Стриж | ИЗМЕНЕНИЕ ЗАРЯДА НЕПОДВИЖНЫХ
ДИСЛОКАЦИЙ В КРИСТАЛЛАХ ZnS С
ПОМОЩЬЮ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ
ПОДСИСТЕМЫ | ДНУ,
Дніпропетровськ |
| 58. | <u>Ю.И. Чекрыгина</u> ¹ ,
М.К. Ходзицкий ² ,
Т.В. Багмут ² | ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МАГНИТНОЙ ФАЗЫ
НА СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ
МАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ГРАНУЛИРОВАННЫХ НАНОСТРУКТУР Co-SiO ₂ | НТУ"ХПИ",
IPE НАНУ,
Харків |

СЕКЦИЯ:	ОПТИКА ТА ФОТОНІКА - 1
Актова Зала	Четвер 13.12.2007 9:00 – 11:00

- | | | | |
|-----|---|---|--|
| 59. | <u>А.В. Возианова</u> ,
А.Г. Нерух | РЕЗОЛЬВЕНТНЫЙ ОПЕРАТОР УРАВНЕНИЙ
МАКСВЕЛЛА ДЛЯ 6-МЕРНОГО ВЕКТОРА ПОЛЯ В
ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ | ХНУРЕ, Харків |
| 60. | <u>Е.В. Вознюк</u> ,
Ю.Л. Старчевский,
Ю.П. Мачехин | ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ
СИСТЕМ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ
ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА | ХНУРЕ, Харків |
| 61. | А.А. Гирич | МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТО-ПОЛЕВЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОМЕРНОГО ФОТОННОГО
КРИСТАЛЛА (ПОЛУПРОВОДНИК-ДИЭЛЕКТРИК)
В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН | ХНУРЕ, Харків
IPE НАНУ,
Харків |
| 62. | <u>С.В. Грищенко</u> ¹ ,
А.А. Демин ¹ ,
В.В. Лысак ² | ВЫЧИСЛЕНИЕ СПЕКТРА КВАНТОВОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗОНАНСНОГО ФОТО-
ДЕТЕКТОРА С ДЕФЕКТОМ ВЕРХНЕГО ЗЕРКАЛА | ХНУРЕ, Харків
Gwangju IST,
Korea |
| 63. | И.В. Гурьев,
И.А. Сухоиванов и
др. | МЕТОДИКА УЧЕТА ХРОМАТИЧЕСКОЙ
ДИСПЕРСИИ ПРИ РАСЧЕТЕ ЗОННОЙ
СТРУКТУРЫ МЕТОДОМ РАЗЛОЖЕНИЯ ПО
ПЛОСКИМ ВОЛНАМ | ХНУРЕ, Харків
FIMEE, Mexico |
| 64. | Е.Н. Корчемкина | РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ
ХЛОРОФИЛЛА ПО СПЕКТРУ ВОСХОДЯЩЕГО
ИЗЛУЧЕНИЯ МОРЯ | МГИ НАНУ,
Севастополь |
| 65. | <u>С.М. Кухтін</u> , О.
Гнатенко | ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МОДУЛЯЦІЙНОЇ
ЛАЗЕРНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ
МЕТАНОГІДРАТІВ НА ДНІ ЧЕРНОГО МОРЯ | ХНУРЕ, Харків |

СЕКЦІЯ:			ОПТИКА ТА ФОТОНІКА - 2
Зала засідань	Четвер	13.12.2007	11:30 – 13:30
66. <u>В.И. Липкина</u> , <u>А.С. Гнатенко</u> , <u>И.В.Гурьев</u>	МЕТОД РАЗЛОЖЕНИЯ ПО ПЛОСКИМ ВОЛНАМ ДЛЯ РАСЧЕТА ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ ОДНОМЕРНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА	IPE НАНУ, Харків	
67. <u>В.О. Лысюк</u> ^{1,2} , <u>В.С. Стащук</u> ² , <u>О.В. Вакуленко</u> ² , <u>Н.И. Клюй</u> ¹	МОДИФІКАЦІЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОНКИХ ПЛІВОК ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ НА ПОВЕРХНІ ПРОЕЛЕКТРИКІВ ІОННОЮ ІМПЛАНТАЦІЄЮ	ІФП НАНУ, Київ КНУ, Київ	
68. <u>И.М. Сафонов</u> ^{1,2} , <u>Ф. Демария</u> ² , <u>Ф. Ринальди</u> ² , <i>et al.</i>	ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ЛАЗЕР ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА С ОПТИЧЕСКОЙ НАКАЧКОЙ И ТУННЕЛЬНО-СВЯЗАНЫМИ КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ	ХНУРЕ, Харків ІО,Germany Gwangju IST, Korea SIS, Germany FIMEE, Mexio	
69. <u>Г.В. Ткаченко</u> ^{1,2} , <u>А.А. Демин</u> ¹ , <u>В.М. Ткаченко</u> ² , <u>И.А.Сухоиванов</u> ^{1,3}	ТЕРМООПТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР НА ОСНОВЕ СВОБОДНОЙ ПЛЕНКИ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ С ЖИДКИМ КРИСТАЛЛОМ	ХНУРЕ, Харків CNR-INFM Lab Coherentia, Italia FIMEE, Mexio	
70. <u>В.С. Тюрин</u>	МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ РАССТОЯНИЯ	ХНУРЕ, Харків	
71. <u>Р.І. Хакімов</u> , <u>В.С. Стащук</u>	ВПЛИВ ДОМІШКИ ХРОМУ НА ОПТИЧНІ ТА ЕЛЕКТРОННІ ВЛАСТИВОСТІ КОБАЛЬТУ	КНУ, Київ	
72. <u>С.О. Якушев</u> , <u>А.В. Шулика</u> , <u>С.И. Петров</u>	ЧИРПИРОВАННОЕ ЗЕРКАЛО НА ОСНОВЕ НИТРИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ СЖАТИЯ УЛЬТРА- КОРОТКИХ ОПТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ	ХНУРЕ, Харків	
73. <u>Е.О. Ярко</u> ¹ , <u>В.В. Хардигов</u> ^{1,2}	БЫСТРЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИФРАКЦИИ НА РЕАЛЬНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПЛАНАРНЫХ СТРУКТУРАХ	PI НАНУ, Харків ХНУ, Харків	

Стендові доповіді:			ОПТИКА ТА ФОТОНІКА
Фойє зали засідань	Четвер	13.12.2007	11:00 – 11:30
74. <u>П.О.Ангельский</u> , <u>П.В.Полянский</u>	ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ИНТЕРФЕРЕНЦИОННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СЛАБОШЕРОХОВАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	ЧНУ, Черновці	
75. <u>С.Р. Вельгош</u> , <u>І.Д. Карбовник</u> и др.	ОПТИКО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНІ ТА ЕЛЕКТРОННО- МІКРОСКОПІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КЛАСТЕРІВ Vi_3 В ШАРУВАТИХ КРИСТАЛАХ CdI_2	ЛНУ, Львів	
76. <u>Л.В. Витушкин</u> , <u>Ю.П. Мачехин</u> , <u>П.Н. Заверуха</u>	ФОРМИРОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩИХ СРЕД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ	ХНУРЕ, Харків ВНИИИМ, Ст.-Петербург	
77. <u>Рыбась А.Ф.</u> , <u>Котляров К.И.</u> , <u>Воляр А.В.</u>	КОНОСКОПИЧЕСКИЕ КАРТИНЫ ВНЕОСЕВЫХ СИНГУЛЯРНЫХ ПУЧКОВ В ОДНООСНОМ КРИСТАЛЛЕ	ТНУ, Симферополь	
78. <u>В.Л. Дербов</u> ¹ , <u>Н.И. Тепер</u> ²	ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАСЕЛЕННОСТЕЙ В АТОМЕ ВОДОРОДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	СГУ, Саратов СГСЕУ, Саратов	
79. <u>Шаврін І.С.</u> , <u>Яблочков С.М.</u>	ПРОЕКТ МОДЕРНІЗАЦІЇ СПЕКТРОФОТОМЕТРА PYE UNICAM SP700A	КНУ, Київ	

СЕКЦІЯ: ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА - 1
Актова Зала П'ятниця 14.12.2007 9:00 – 10:30

- | | | | |
|-----|--|--|--|
| 80. | <u>А.В. Плут,</u>
Н.К. Сахненко,
А.Г. Нерух | ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДА ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ ВО ВРЕМЕНИ ВОЛН ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЕРЕИ | ХНУРЕ,
Харків |
| 81. | <u>И.В.Трофименко,</u>
Н.К. Сахненко,
А.Г. Нерух | ДВУМЕРНАЯ ЗАДАЧА РАССЕЯНИЯ ПОЛЯ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА НА КРУГОВОМ ДВУХСЛОЙНОМ ЦИЛИНДРЕ, СОСТАВЛЕННОМ ИЗ МАТЕРИАЛОВ С ОДНОВРЕМЕННО ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ/ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ϵ И μ | ХНУРЕ,
Харків |
| 82. | <u>Б.А. Кочетов,</u>
А.Ю. Бутрым | ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ КЛЕЙНА – ГОРДОНА – ФОКА С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ПАРАМЕТРОМ ДЛЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ В СФЕРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ | ХНУ, Харків |
| 83. | А.Ю. Бутрым,
<u>М.Н. Легенький</u> | ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДОВЫЕ ПОГЛОЩАЮЩИЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ FDTD | ХНУ, Харків |
| 84. | А.А. Носич ¹ ,
Ю.В. Гандель ¹ ,
Т. Magath ² | ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИСКРЕТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ К ЧИСЛЕННОМУ СИНТЕЗУ ДВУМЕРНОГО КВАЗИОПТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛИТЕЛЯ ЛУЧА | ХНУ, Харків
ETC-Panasonic,
Lueneburg |
| 85. | <u>Еськов А.Н.,</u>
Казаков И.С. | МЕТОД РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧЕНИЯ СТЕРЖНЕВОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ ЧЕРЕЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СТЕРЖНЯ | СНТУ,
Севастополь |

СЕКЦІЯ: ТЕОРЕТИЧНА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА - 2
Актова Зала П'ятниця 14.12.2007 11:00 – 12:30

- | | | | |
|-----|---|--|-----------------------------|
| 86. | Р.Е.Чернобровкин | ОДИНОЧНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ С ШИРОКИМ СЕКТОРОМ СКАНИРОВАНИЯ | ІРЕ НАНУ,
Харків |
| 87. | М.М. Хруслов | ВЛИЯНИЕ КРАЕВЫХ ЭФФЕКТОВ НА ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ АКСИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНЫХ ПЛАНАРНЫХ АНТЕНН С КОАКСИАЛЬНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ | ІРЕ НАНУ,
Харків |
| 88. | В.Р. Джала,
<u>Л.І. Капко</u> | РАДІОХВИЛЬОВА НВЧ ДІАГНОСТИКА ПЛОСКОШАРОВИХ ДІЕЛЕКТРИКІВ | ФМІ НАНУ,
Львів |
| 89. | <u>С.Г. Алексін,</u>
О.О. Дробахін | ВДОСКОНАЛЕННЯ ІТЕРАЦІЙНОЇ ПРОЦЕДУРИ ГЕЛЬФАНДА-ЛЕВІТАНА ВІДНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ОБЛЯМУВАННЯ РОЗВ'ЯЗКУ СЛАР | ДНУ,
Дніпропетровськ |
| 90. | <u>И.А. Лойко,</u>
В.В. Щербинин | ХАРАКТЕРИСТИКИ СОГЛАСОВАНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОЛНОВОДА С ИМПЕДАНСНЫМ ФЛАНЦЕМ В МНОГОМОДОВОМ РЕЖИМЕ | АГУ,
Барнаул |
| 91. | <u>С.Г. Галстян,</u>
Р.А.Перевертайло
<i>та інші.</i> | ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ МОБИЛЬНЫМИ И БАЗОВЫМИ СТАНЦИЯМИ | ХНУРЕ,
ХУВВС,
Харьков |

- | | | | |
|-----|---|---|--------------------------------|
| 92. | В.В.Кривопустенко | ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭЛЕКТРО-
МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ
ВОЛНОВОДЕ С ДВУМЯ L-ВЫСТУПАМИ | ЮФД,
Ростов-на-
Дону |
| 93. | <u>В.И. Притула</u> ¹ ,
<u>V.P. García</u> ¹ | COLLAPSE IN BOSON-FERMIONIC MIXTURES WITH
ALL-REPULSIVE INTERACTIONS | IMAC,
Ciudad Real,
Spain |

Стендові доповіді:	ТЕОР. ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА
Фойє зали засідань	П'ятниця 12.12.2007 10:30 – 11:00

- | | | | |
|-----|--|---|---------------------|
| 94. | <u>Р.В. Головащенко</u> ,
<u>Е.В. Горошко</u> | ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В
МИНЕРАЛАХ В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ
ДЛИН ВОЛН И ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ
ТЕМПЕРАТУР | IPE HANU,
Харків |
|-----|--|---|---------------------|

СЕКЦІЯ:	РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ - 1
Зала засідань	П'ятниця 14.12.2007 9:00 – 10:30

- | | | | |
|-----|--|---|--|
| 95. | А.Д. Архипов | МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРО-
МАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ В ЗАДАННОМ
РАЙОНЕ. РАСЧЕТ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ
УНИВЕРСИТЕТСКОГО ГОРОДКА ДНУ | ДНУ,
Днепропет-
ровск |
| 96. | <u>Л.А. Варяница-
Рощупкина</u> | ПРОБЛЕМА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ
ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЗОНДИРУЮЩЕГО ИМПУЛЬСА
ДЛЯ ПОИСКА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ГРУНТЕ | IPE HANU,
Харків |
| 97. | Е.И. Вдовиченко | ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЕЛЕНГАЦИОННОГО СПЕКТРА
MUSIC ПРИ РЕТРАНСЛЯЦИОННОМ МЕТОДЕ
ДИАГНОСТИКИ ТОЧЕЧНЫХ ФЛУКТУИРУЮЩИХ
ОБЪЕКТОВ | ХНУРЕ,
Харків |
| 98. | <u>И.Е. Захаренкова</u> ¹ ,
<u>Э.Л.Афраймович</u> ² ,
<u>И.И.Шагимуратов</u> ¹ ,
<u>Н.Ю. Тепеницина</u> ¹ | АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ GPS
ТЕС ВАРИАЦИЙ ПЕРЕД СЕЙСМИЧЕСКИМ
СОБЫТИЕМ В ПЕРУ 26 СЕНТЯБРЯ 2005 Г | ЗО ИЗМИРАН,
Калинінград
ИСЗФ СО
РАН, Иркутськ |
| 99. | <u>Луценко В.И.</u> ,
<u>Луценко И.В.</u> | ВЛИЯНИЕ АЗИМУТАЛЬНОГО УГЛА ОБЛУЧЕНИЯ
НА ПОЛЯРИЗАЦИОННО - СПЕКТРАЛЬНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ
КОРАБЕЛЬНЫМИ ВОЛНАМИ | IPE HANU,
Харків |
| 100 | Питерцев А.А. | ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБНАРУ-
ЖЕНИЮ ЗОН ВЕРОЯТНОГО ОБЛЕДЕНЕНИЯ
САМОЛЕТА. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ | НАУ, Київ |

СЕКЦІЯ: РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ - 2		
Зала засідань	П'ятниця 14.12.2007	11:00 – 12:30
101 Е.В. Плотников	МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЛАЧНОСТИ ДЛЯ ДАННЫХ СКАНЕРА AVHRR, ОТНОСЯЩИХСЯ К ЧЕРНОМУ МОРЮ	МГІ НАНУ, Севастополь
102 О.С. Поликовский	ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩАЯ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННАЯ АППАРАТУРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ	ДНУ, Дніпропетровск
103 С.А. Радионов	ШИРОКОПОЛОСНЫЙ СВЧ ПЕЛЕНГАТОР	ІРЕ НАНУ, Харків
104 Черняк Ю.В., Лысенко В.Н.	НАБЛЮДЕНИЕ СЛАБЫХ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ХАРЬКОВСКОМ РАДАРЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ	ІІ НАН и МОНУ, Харків
105 И.Б. Широков, И.В. Сердюк	АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАК-ТОРОВ НА СИНХРОНИЗАЦИЮ ОПОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ЧЕРЕЗ АТМОСФЕРНЫЙ КАНАЛ СВЯЗИ	СевНТУ, Севастополь
106 Д.В. Яковлева ¹ , Г.А. Толкаченко ¹ , В.Н. Holben ² и др.	ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ НАД ЧЁРНЫМ МОРЕМ ЗА ПЕРИОД С МАЯ 2006 ПО СЕНТЯБРЬ 2007 ГОДА	МГІ НАНУ, Севастополь <i>NASA, USA</i>

Стендові доповіді: РАДІОЛОКАЦІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ		
Фойє зали засідань	П'ятниця 14.12.2007	10:30 – 11:00
107 Д.П. Белозёров	КОМПЬЮТЕРНЫЙ СПОСОБ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ ЗОНДИРОВАНИИ ИОНОСФЕРЫ МЕТОДОМ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ	ІІ НАН и МОНУ, Харків
108 В.И. Луценко, И.В. Луценко	ПОЛЯРИЗАЦИОННО-СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ МИЛЛИМЕТРОВЫХ РАДИОВОЛН ГИДРОМЕТЕОРАМИ	ІРЕ НАНУ, Харків
109 И.В. Луценко, В.И. Луценко, С.И. Хоменко	ДИАГНОСТИКА ТРОПОСФЕРНОЙ РЕФРАКЦИИ ПО МНОЖИТЕЛЮ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОЛЯ УКВ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ НА ПРИЗЕМНЫХ ЗАГОРИЗОНТНЫХ ТРАССАХ	ІРЕ НАНУ, Харків

OSA Ukrainian Regional Student Chapters Meeting

organized in the frame of YSC-2007, IRE NASU, Kharkiv, Ukraine

Organized by :

Joint OSA/SPIE Student Chapters of



Institute of Radiophysics and
Electronics NAS Ukraine



V. Karazin Kharkiv National
University

Supported by :



Advancing the Science of Light.



Connecting minds. Advancing light.

Preliminary Program of the Event

14:30 – 16:00 Invited talks of the OSA Distinguished Lectures

Four Centuries of Imaging Technology.

Prof. William T. Rhodes, Florida Atlantic University.

Opto-electronic devices behavior at the single-photon level.

Prof. Angela M. Guzman, Internat. Centre for Theoretical Physics,
Vice President of the International Commission on Optics.

The aim of the Meeting is to get in touch with colleagues and enthusiasts from different parts of Ukraine, all those interested in the Science of Light, to find out more about OSA and SPIE resources and opportunities, and to share experience and plans for further chapters activities.

16:00 – 17:30 OSA Ukrainian Regional Student Chapter Meeting

in the format of "Round table"

Presentation of OSA : Resources, Activities & Funding opportunities. Prof. A.M. Guzman

Presentations of the Ukrainian OSA and SPIE Student Chapters : Activities & Achievements

- OSA/SPIE student chapter of IRE NAS Ukraine / Kharkiv
 - Michail Khodzitskiy, President of IRE OSA chapter
 - Maria Pashcehko, President of IRE SPIE Student chapter
- OSA/SPIE student chapter of the Kharkiv National University / Kharkiv
 - Aleksii Galan, President OSA Student chapters
 - Alexey Simachov, Treasurer OSA/SPIE Student chapter
- OSA/SPIE student chapter of the Taurida National V. I. Vernadsky University / Simferopol
 - Alexander Rybas, Vice-president of the TNU OSA/ SPIE Student Chapters
- OSA/SPIE student chapter of Chernivtsi National University / Chernivtzi
 - Aleksiy Chernishov, President of the CHU OSA Student Chapter
 - Yuriy Tomko, President of the CHU SPIE Student Chapter
- OSA/SPIE student chapter of Taras Shevchenko National University of Kyiv / Kyiv
 - Roman Khakimov, Vice-president NUV SPIE student chapter
- SPIE student chapter of Ivan Franko National University of Lviv / Lviv
 - Sergey Velgosh, representative of NUL SPIE student chapter

Foods & Beverages from OSA

КУЛЬТУРНАЯ ПРОГРАММА

В рамках конференции планируются следующие мероприятия :

Welcome Party : будет фуршет с легкими закусками. В программе вечера живая музыка, а также выставка любительской фотографии "Мир глазами ученых". К участию в выставке приглашаются все участники конференции !



Занимательная лекция по Астрономии в Харьковском Планетарии.

Автобусная экскурсия по городу.



Банкет : фуршет с музыкой и дискотекой.

Бонус :



К участию приглашаются все участники конференции!

Збірник анотацій

Пленарні доповіді

Біофізика

**Мікрохвильова та
Твердотільна Електроніка**

Радіофізика Твердого Тіла

Оптика та Фотоніка

**Теор. та Експериментальна
Електродинаміка
Радіолокація та Дистанційне
Зондування**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СПИНОВЫЙ РЕЗОНАНС В НАНОФИЗИКЕ

С.И. Тарапов,

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

Метод электронного спинового (магнитного) резонанса (ЭСР/ЭМР) является сегодня одним из самых чувствительных экспериментальных методов, позволяющих исследовать магнитное состояние и магнитную структуру твердого тела. Электронный спиновый резонанс анализирует динамику магнитного момента атома или кластера посредством поглощения электромагнитных волн в самых разных типах магнетиков, начиная от пара-, ферро-, антиферро- магнетиков, вплоть до асперомагнетиков и спинового стекла. Именно эта широта потенциальных объектов исследования делает метод перспективным для решения и фундаментальных и прикладных задач нанофизики.

Среди задач нанофизики в настоящее время существует, по крайней мере, две задачи, которые требуют применения магниторезонансных методов.

Первая задача - изучение "интегральных" (усредненных по объему) магнитных свойств объекта/наноструктуры. Данная задача [1] является фундаментальной, но выросла она из практических потребностей современной электроники. Эти потребности сводятся к необходимости в разработке наноструктур, способных проводить токи очень высокой частоты. При этом все информационные параметры (амплитуда сигнала, спектр) этих токов должны быть спин-зависимыми, и/или электронно-управляемыми (Нобелевская премия за 2007 [2]). Прикладные задачи создания реальных объектов, которые могут быть применены в устройствах телекоммуникаций с ГГц и ТГц тактовой частотой, датчиках СВЧ полей, антенной техники находятся в стадии интенсивной разработки [3]. Поэтому метод электронного спинового резонанса, позволяющий и диагностировать и разрабатывать новые искусственные магнетики с прогнозируемыми свойствами, крайне востребован сегодня.

Вторая задача - изучение "локальных" (по объему) магнитных свойств объекта/наноструктуры. Эта задача на первый взгляд имеет только прикладное значение. Вышеупомянутые магнитные наноструктуры представляют собой, как правило, магнитные частицы в виде гранул, плоскостей, нитей, заключенных в немагнитную матрицу. Их расположение, форма, тип индивидуального для каждой частицы магнетизма, определяет "интегральные" магнитные свойства всей наноструктуры. Поэтому, крайне важно знать распределение всех упомянутых параметров наноструктуры по ее объему. Для решения этих задач, разработаны методы магнитной резонансной *микроскопии* (ЭСР-микроскопии) [4]. Современные ЭСР-микроскопы, имеющие разрешение от единиц до - сотен микрометров, позволяют регистрировать свойства единичных магнитных наночастиц соответствующих размеров. Однако для потребностей нанофизики уже сегодня требуется разрешение на 2-3 порядка выше. Такая задача может быть решена только при применении глубоких знаний именно в фундаментальных областях электродинамики и физики твердого тела

- [1] J. Gregg, et.al, "Spin electronics-a review", *J.Phys.D:Appl. Phys.*, vol. 35, pp.R121-R155, 2002.
- [2] "Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2007. The Discovery of Giant Magnetoresistance", *The Royal Swedish Academy of Sciences*, website: www.kva.se, 2007.
- [3] In book: Nanostructured magnetic materials and their applications, Kluwer Ac. Publ., 2004, 444p.: ("Magnetoimpedance of the novel magnetic nanostructures in extra high frequency band: Physics, technique and application", S.Tarapov, p.421-432)
- [4] D.Belozorov, V.Derkach, G.Ermak, M.Nakihimovich, A.Ravlik, V.Samofalov, S.Tarapov, A.Zamkovoy, "New scanning millimeter waveband ESR-microscope with localized magnetic field", *Intern. Journ. of Infrared and MMW*, vol. 27, no 1, pp. 107-116, 2006.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ В МЕДИЦИНЕ

Н.Н. Рожицкий, Е.Н. Галайченко

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, лаб. «Аналитической оптохемотроники»,
тел. (057) 702-03-69

E-mail: rzh@kture.kharkov.ua, galaychenko_alen@ukr.net



Рис. 1. Процедура фотодинамической терапии

Современная наука обладает удивительной тенденцией к многогранности, усовершенствованию, миниатюризации, всеобъемлющем использовании результатов труда в разных областях науки. Не осталась без внимания и медицина. С самого начала существования человека на Земле, его основной задачей было сохранение жизни. Его всегда и повсюду подстерегали заболевания различной этиологии. Как же уберечься от таинственного врага, как вовремя выявить возбудителя, что нужно сделать для излечения? Эти вопросы задавало и задает человечество до сих пор.

Современная клиническая медицина обладает огромнейшим арсеналом диагностических методов и методик для постановки корректного диагноза. На помощь клиницистам приходят специалисты из разных областей науки: биохимики, биофизики, криминалисты, инженеры и т.д.

В данной работе рассмотрено одно из весьма актуальных и многообещающих направлений в клинической диагностике – бионанопотоника – симбиоз трех направлений в науке: биологии (медицины, физиологии, микробиологии и т.д.), нанoeлектроники (оптохемотроники) и оптики. Одними из общих «детей» данных направлений являются полупроводниковые квантоворазмерные структуры – квантовые точки, а также фуллерены и их производные – фуллереновые нанотрубки.

К основным направлениям использования квантовых точек хотелось бы отнести: фотодинамическая терапия рака (рис. 1); визуализации патологических областей (рис. 2); выявление вирусной ДНК (прикрепление цепочки ДНК к наночастице и дальнейшее ее детектирование при помощи сканирующего микроскопа); выявление веществ, концентрация которых в исследуемом образце составляет 10^{-9} моль/л; разработка оптических сенсоров на базе квантово-размерных структур.

Молекулы фуллеренов и их производных создают механическое препятствие для проникновения вирусов в клетки зараженного организма; они обладают свойством связывать возникающие под действием радиации свободные радикалы; на основе фуллеренов улучшают имплантаты; каркас из углеродных нанотрубок представляет собой идеальную опору для роста костной ткани и т.д. [1-3].

Данная работа выполняется в рамках проекта УНТЦ 4180 (руководитель проекта д.ф.м.н., проф. Рожицкий Н.Н.).

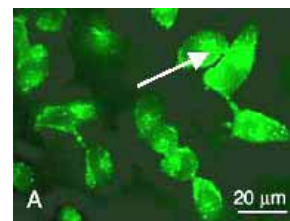


Рис. 2. Визуализация онкологических клеток

- [1] Juewen Liu¹, Yi Lu. Colorimetric Biosensors Based on DNAzyme-Assembled Gold Nanoparticles // *J. Fluorescence*. – 200. – V. 14. – No. 4. – P.343-354.
- [2] Yayoi Otsuka, Ken-ichi Hanaki, Jizi Zhao et al. Detection of *Mycobacterium bovis* Bacillus Calmette-Guerin Using Quantum Dot Immuno-Conjugates // *Jpn.J.Infect.Dis.* – 2004. – №57. – P. 183–184.
- [3] Yayoi Otsuka, Ken-ichi Hanaki, Jizi Zhao et al. *Jpn.J.Infect.Dis.* – 2004. – V. 5. – P. 183–184.

FOUR CENTURIES OF IMAGING TECHNOLOGY: 1607 – 2007

William T. Rhodes

*Professor Emeritus, School of Electrical & Computer Engineering,
Georgia Institute of Technology,*

and

*Professor of Engineering and Associate Director of the Imaging Technology Center ,
Florida Atlantic University*

wrhodes@ece.gatech.edu

The history of the development of imaging technology combines important elements from scientific research, materials development, technology generally, and economic forces. All are examined in this talk, which describes important developments from the time of Galileo through recent developments in microscopy, television, and biomedical imaging.

William T. Rhodes, Fellow of the Optical Society of America (OSA) and a current member of the OSA Board of Directors, has spent his career teaching and conducting research in the areas of image formation, diffraction theory, and information optics. He is co-author, with D. C. O'Shea and W. R. Callen, of the now-classic textbook *Introduction to Lasers and Their Applications* and is working to complete a text on *Principles of Fourier Optics*.

Prof. William T. Rhodes has been invited to take part in the Conference (YSC-2007) by the joint IRE OSA/SPIE Student chapter in the frame of the OSA Traveling Lecturer Program.

The IRE OSA/SPIE Student Chapter would like to thank Prof. W.T. Rhodes for his kind agreement to speak at the YSC-2007 and to acknowledge the support of OSA which made his arrival possible.

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ PBG СТРУКТУР С ПРИЛОЖЕНИЯМИ

И.В. Щербатко

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

Проделан анализ существующих методов моделирования PBG структур. В частности, особое внимание уделено двум распространенным методам во временной и частотной областях. FDTD является классическим примером метода во временной области [1], тогда как RCWA (строгий анализ связанных волн) метод демонстрирует модовый подход [2]. Оба метода имеют свои достоинства и недостатки. При помощи FDTD можно моделировать как идеальные, так и более реалистичные квазипериодические PBG структуры. RCWA более популярен для моделирования многослойных диэлектрических периодических по двум (2D) и трем (3D) координатам структурам для расчета коэффициентов прохождения и отражения в зависимости от длины волны, поляризации и угла падения плоской волны. При помощи FDTD можно успешно моделировать распространение импульсных (сверхширокополосных) сигналов через PBG структуры. В частности, в докладе обсуждаются два примера для временной и частотной областей: линейный и 3D дефекты в неидеальной периодической полупроводниковой структуре для FDTD, а также процедура послойного решения в RCWA методе. В докладе обсуждается возможность использования гибридных (временная / частотная область) методов для моделирования оптического рассеяния на дефектах в PBG структурах. Обсуждается также метод телепортации поля [3].

- [1] A. Taflove, *Advances in Computational Electrodynamics: The finite-difference Time-Domain Method*, Artech House, 1988.
- [2] M.G. Moharam, et al., *Formulation for stable and efficient implementation of rigorous coupled-wave analysis of binary gratings.* // *J. Opt. Soc. Am. A*, vol. 12, No.5, May 1995, pp. 1068-1076.
- [3] I. Scherbatko, R. Diaz, *A new hybrid FDTD field-teleportation approach for modeling radiating/scattering structures.* 10th Int. Conf. on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory, 2004, Sept. 14-17, pp.19-24.

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ФК

В.И. Фесенко, И.В. Гурьев

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

Фотонные кристаллы (ФК) – оптические среды с периодической модуляцией показателя преломления – на сегодняшний день весьма широко применяются в телекоммуникационных системах в качестве отражающих элементов, фильтров, резонаторов лазерных источников и резонансных фотодетекторов. Волокна на основе ФК также нашли применение в качестве компенсаторов дисперсии, а также для генерации суперконтинуума – излучения со сверхшироким спектром. Кроме того, уникальные свойства ФК, такие как возможность локализации излучения определенной частоты в области дефекта периодической структуры, а также возможность внедрения нелинейных элементов, позволяющих создать активные [1, 2] и пассивные компоненты [3, 4] дадут, в ближайшем будущем, возможность реализовать интегральные оптические схемы с высокой плотностью упаковки элементов.

Основной проблемой на пути создания полностью оптических систем связи, а также интегральных оптических схем на основе ФК, является достаточно высокая стоимость их производства. При этом, проведение экспериментальных исследований крайне важно для развития данного направления. Для минимизации затрат, связанных с оптимизацией параметров структуры удобно использовать численные методы для предварительного моделирования распределения поля и поведения характеристик активных элементов в условиях изменения внешних параметров.

Среди наиболее распространенных методов используемых для расчета характеристик ФК, таких как зонные структуры, можно выделить метод разложения по плоским волнам и метод конечных разностей во временной области (МКР). Для моделирования поведения электромагнитного поля в элементах на основе ФК, а также поведения структуры в условиях изменяющих внешних воздействий наиболее широкое применение нашли сеточные методы, в частности, МКР и метод конечных элементов (МКЭ).

В работе представлены методы расчета, позволяющие получать распределение поля и передаточные характеристики активных устройств на основе ФК, содержащих нелинейные элементы. Методы основаны на сеточных методах, а именно МКР и МКЭ, и позволяют с высокой точностью получать как статические, так и динамические характеристики этих устройств. Приведена сравнительная характеристика эффективности, времени расчета и точности таких методов.

- [1] I.V. Guryev, O.V. Shulika, I.A. Sukhoivanov, O.V. Mashoshina, "Improvement of characterization accuracy of the nonlinear photonic crystals using finite elements-iterative method", Applied Physics – B: Lasers and Optics, Volume 84, №1-2, pp.83-87 (2006)
- [2] S.F. Mingaleev and Yu.S. Kivshar, J. Opt. Soc. Am. B, Vol. 19, No. 9, 2241-2249 (2002)
- [3] I. A. Sukhoivanov, I. V. Guryev, O. V. Shulika, A. V. Kublyk, O. V. Mashoshina, E. Alvarado-Méndez, J. A. Andrade-Lucio "Design of the photonic crystal demultiplexers for ultra-short optical pulses using the gap-maps analysis", Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 8, No. 4, August 2006, pp. 1626-1630
- [4] V.I. Fesenko, G.V. Tkachenko "Modeling of 1-D photonic bandgap microstrip structures", Int. Workshop on Optoelectronic Physics and Technology (OPT 2007). – Kharkiv (Ukraine). – 2007. pp. 42 – 43

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СКАЛЯРНЫЕ И ВЕКТОРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Г.П. Ермак

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

Современные фундаментальные исследования в области радиофизики, физики твердого тела, атомной и молекулярной спектроскопии требуют создания автоматизированных измерительных систем высокого разрешения в коротковолновой части миллиметрового и субмиллиметровом диапазонах. Известно, что наиболее универсальными измерительными приборами, позволяющими получать информацию как о свойствах исследуемых веществ и материалов, так и о характеристиках СВЧ устройств, являются панорамные скалярные и векторные измерители коэффициентов прохождения и отражения. В настоящее время парк приборов такого типа в основной массе физических лабораторий стран СНГ ограничивается скалярными панорамными измерителями коэффициентов прохождения и отражения миллиметрового диапазона типа P2-(65-69), разработанными в 70-80х годах прошлого века, а векторные измерители коэффициентов прохождения и отражения миллиметрового диапазона до сих пор являются мечтой экспериментаторов. К недостаткам приборов типа P2-(65-69) следует отнести недостаточно высокий динамический диапазон, низкую разрешающую способность по частоте, отсутствие возможности автоматизации процессов измерений и сохранения данных, что ограничивает круг их применения измерениями характеристик волноводных устройств.

В связи с тем, что приборы такого типа не отвечают требованиям современных исследований, а стоимость зарубежных аналогов составляет сотни тысяч долларов, задача разработки недорогих автоматизированных измерительных устройств высокого разрешения для проведения физических экспериментов в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах является очень актуальной.

Одним из первых шагов сделанном нами в этом направлении была разработка скалярного Автоматизированного панорамного измерителя для исследования высокочастотных резонансных систем, применяемых в резонансной спектроскопии и диэлектрометрии. Данный измерительный комплекс был создан на основе стандартного генератора 4-х мм диапазона Г4-142. Для управления генератором был разработан блок сопряжения с персональным компьютером. Система позволяет производить перестройку частоты в диапазоне 53,57..67,37 ГГц с минимальным шагом 160 кГц, а также регистрировать амплитуду СВЧ поля в каждой точке частотного диапазона. Таким образом, полученное устройство позволяет исследовать резонансные системы, имеющие добротности порядка $5 \div 7 \cdot 10^4$.

Для измерения комплексных коэффициентов прохождения и отражения разработан супергетеродинный Векторный анализатор на основе твердотельных источников умножительного типа 2 мм диапазона с управлением и обработкой результатов измерений с помощью ПК. Результаты измерений представляются на экране компьютера в декартовых или полярных координатах.

Основные характеристики векторного анализатора

Диапазон частот, ГГц	137,5-141,5
Динамический диапазон, дБ	100
Погрешность измерения фазы (при отношении сигнал/шум 40дБ)	0,2 градуса

ВОЛНОВОДЫ И РЕЗОНАТОРЫ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В.Г. Синицын

Радиоастрономический институт НАН Украины
61002, г. Харьков, ул. Краснознаменная, 4
e-mail: sinits@rian.kharkov.ua

Характеристики волновых полей в околоземном пространстве существенно зависят от степени неоднородности среды, в которой они распространяются. Если существуют области, в которых сильно различаются скорости волн, то могут возникнуть условия для направленного распространения между их границами. Такие отражающие границы – реальные или эффективные – могут также вызывать появление стоячих волновых структур, подобных распределением поля в оптических резонаторах Фабри – Перо или в открытых СВЧ резонаторах. Физические образования, проявляющие волноводные свойства (естественные каналы, или дакты) встречаются в различных средах и могут канализировать волновые моды различной природы. Во внешнем окружении Земли волноводы можно встретить в нижних слоях электрически нейтральной атмосферы, в промежутке между земной поверхностью и ионизированной оболочкой планеты, в самой ионосфере и, наконец, в заполненной плазмой обширной полости в ближнем космосе, называемой магнитосферой.

Основным фактором, определяющим условия распространения радиоволн УКВ и СВЧ диапазонов в тропосфере, является высотная неоднородность свойств среды. В так называемой стандартной атмосфере «приведенный» показатель преломления почти линейно растет с высотой. Для других условий известен ряд физических механизмов, благодаря которым возникают «инверсии» высотного хода этого коэффициента. Нелинейные профили приведенного показателя преломления типичны для тропосферных волноводов испарения или адвекции, существующих над обширными водными поверхностями или плоской сушей. Радиоволны сантиметрового диапазона распространяются в таких рефракционных волноводах намного дальше области «прямой видимости».

Теоретически волноводное распространение удобно описать в рамках механической аналогии с движением осциллятора в силовом поле. Уравнение для волновой функции аналогично уравнению Шредингера, роль потенциала играет квадрат коэффициента преломления. Дискретные собственные состояния осциллятора в случае финитного движения соответствуют слабозатухающим волновым модам в дакте. Опираясь на эту аналогию, нетрудно определить, может ли та или иная структура стать волноводом или резонатором для волн заданного диапазона. Нужно установить, какова будет ширина и глубина потенциальной ямы, определяющей движение эквивалентного осциллятора. Несмотря на громадные отличия пространственных масштабов структур, параметров среды, частот и природы распространяющихся волн, безразмерные основные уравнения оказываются практически одинаковыми для ряда волноводов и резонаторов. Перечислим коротко некоторые из них.

Полость Земля – ионосфера канализирует радиоволны КВ и СДВ диапазонов. Здесь формируются «обычные» волноводные моды. В ионосферных межслоевых каналах электромагнитные волны могут также распространяться модами «шепчущей галереи». В ионосфере и выше расположена область, где волноводное распространение возможно для волн иной физической природы – магнитогидродинамических (МГД), которые существуют только в плазменных средах с магнитным полем. Первая по высоте структура образуется вдоль силовой трубки геомагнитного поля до уровня, где резко возрастает скорость МГД волн («альфвеновская»). Она направляет вдоль Земли магнитозвуковые волны и служит своеобразным резонатором для волн Альфвена. Далее в магнитосфере находится еще одна, магнитозвуковая «шепчущая галерея» (вблизи плазмопаузы) и большой магнитосферный резонатор, ответственный за формирование геомагнитных пульсаций.

ЛАЗЕРНАЯ СКАНИРУЮЩАЯ МИКРОСКОПИЯ СВЕРХПРОВОДНИКОВ

А.П. Журавель

Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины
61103, г. Харьков, пр. Ленина, 47
e-mail: zhuravel@ilt.kharkov.ua

Тонкопленочные приборы, изготовленные из сверхпроводников (СП), являются вероятными кандидатами для создания новых схем современной электроники. При этом, много внимания уделяется развитию пассивных микроволновых цепей: линий задержки, мультиплексоров, резонаторов и фильтров для систем беспроводной связи. Однако, невзирая на прогноз в возможности качественного скачка качества СП приборов, ряд проблем фундаментальной и технической природы остаются нерешенными в радиочастотном (rf) диапазоне. В частности, *глобальные* (интегральные) свойства СП приборов при варьируемых внешних условиях сильно зависят от *микроскопически* распределенных неоднородностей СП параметра и локальных дефектов, занижающих ожидаемые параметры СП приборов. Кроме того, неоднородное протекание тока зачастую приводит к нелинейному rf отклику даже при умеренных амплитудах СВЧ мощности. И, наконец, исследование *внутренних* (*intrinsic*) источников деградации СВЧ характеристик и нелинейностей СП материалов оказывается очень важным с целью выяснения предельных характеристик СП приборов.

Данная работа представляет собой краткий обзор по применению низкотемпературной Лазерной Сканирующей Микроскопии (ЛСМ), развитой нами с целью зондирования оптических, микроструктурных и электронных свойств СП материалов и криоэлектронных приборов. Ранее было показано [1], что ЛСМ позволяет выявлять и исследовать микроскопические дефекты, границы зерен, пространственные неоднородности СП свойств, а также резистивные зоны Омической диссипации. Более того, ЛСМ был применен для анализа пространственной динамики критических параметров СП при изменении температуры, магнитного поля, постоянного тока и электромагнитного излучения. В настоящем обзоре мы более подробно сосредоточимся на реализации новых идей и возможностей ЛСМ. Они связаны с пространственным ЛСМ контрастом линейного и нелинейного СВЧ отклика СП приборов, визуализацией термоэлектрического эффекта, зондированием планарных СП цепей со сложной топологией, а также с применением двузондовой конфигурации ЛСМ.

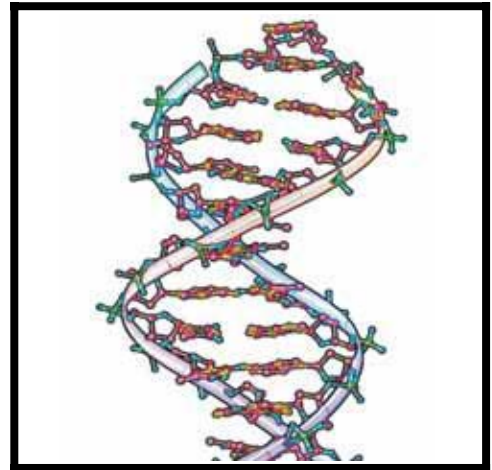
Для реализации принципа ЛСМ амплитудно-модулированный лазерный пучок фокусируется на поверхности СП прибора и сканирует ее с целью зондирования пространственного распределения различных термо- и светочувствительных параметров. Так, например, фотоиндуцированные изменения кинетической индуктивности и поверхностного сопротивления СП способны вызвать в резонансном СВЧ устройстве соответственно смещение частоты фундаментального резонанса и уменьшение добротности [2]. Изображение этих изменений регистрируется в функции местоположения лазерного зонда. Используя развитый нами способ пространственно-частотного разделения ЛСМ отклика по компонентам [3], удастся произвести картографирование СВЧ токов, пространственных вариаций поверхностного сопротивления, а также локальных источников двутоновой интермодуляции, отвечающих за нелинейный СВЧ отклик СП прибора [4]. Подобные экспериментальные результаты, а также пути возможного развития ЛСМ будут проанализированы в докладе.

[1] A.P. Zhuravel, *et al.*, Low Temperature Physics **V.32**, 592 (2006).

[2] J. C. Culbertson, H. S. Newman, and C. Wilker, J. Appl. Phys. **84**, 2768 (1998).

[3] A.P. Zhuravel, S. M. Anlage, and A. V. Ustinov, Appl. Phys. Lett. **88**, 212503 (2006).

[4] A. P. Zhuravel, A. V. Ustinov, D. Abraimov, S. M. Anlage, IEEE Trans. Appl. Supercond. **13**, 340 (2003).



Пленарні доповіді

Біофізика

**Мікрохвильова та
Твердотільна Електроніка**

Радіофізика Твердого Тіла

Оптика та Фотоніка

**Теор. та Експериментальна
Електродинаміка
Радіолокація та Дистанційне
Зондування**

СПЕКТРОСКОПИЯ ВИБРАЦИОННОГО КРУГОВОГО ДИХРОИЗМА КАК МЕТОД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ДНК: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

В. Андрущенко¹, Х. Визер², П. Бож¹

¹*Institute of Organic Chemistry and Biochemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic,
Flemingovo nam. 2, Praha 6, Czech Republic, 16610*

²*Department of Chemistry, University of Calgary,
2500 University Dr. NW, Calgary, AB, T2N 1N4, Canada
e-mail: andrushchenko@uochb.cas.cz*

Вибрационный круговой дихроизм (ВКД) является аналогом обычного электронного кругового дихроизма (КД) в колебательной области. ВКД спектроскопия была впервые использована для изучения нуклеиновых кислот в 1987 [1] и с тех пор успешно применяется для изучения структуры ДНК и РНК [2,3]. Подобно инфракрасной спектроскопии (ИК), ВКД позволяет получить информацию о конкретных функциональных группах ДНК (азотистых основаниях, сахаро-фосфатном остове), что затруднительно при использовании ультрафиолетовой (УФ) и КД спектроскопии. В то же время, ВКД обладает главным преимуществом КД – стереоспецифичностью и является более чувствительным к структурным изменениям, чем ИК спектроскопия.

Прогресс в развитии компьютерной техники и программного обеспечения, наблюдаемый в последнее время, позволяет производить высокоуровневые *аб иницио* расчеты ВКД спектров сравнительно больших фрагментов ДНК. Такие расчеты облегчают выяснение природы наблюдаемых спектральных полос и улучшают понимание структуры нуклеиновых кислот.

В течение нескольких лет наша группа была вовлечена в исследовательский проект, связанный с изучением структурных изменений нуклеиновых кислот при взаимодействии с ионами металлов и лекарствами с помощью ВКД спектроскопии. В частности, были изучены В-Z переход синтетических олигонуклеотидов d(GC)₂₀, переходы поли(rA)*поли(rU) из двухспиральной конформации в трехспиральную и односпиральную, вызванные воздействием ионов металлов и повышенных температур. Еще одним направлением наших исследований было изучение взаимодействия тимусной ДНК с различными ионами металлов (Mn²⁺, Cu²⁺, Cr³⁺), приводящее к конденсации, агрегации и денатурации ДНК. Компьютерные расчеты позволили нам произвести более детальное отнесение ИК полос и обеспечили лучшее понимание их природы.

- [1] Annamalai, A.; Keiderling, T. A., Vibrational Circular-Dichroism of Poly(Ribonucleic Acids) - a Comparative-Study in Aqueous-Solution. *J. Am. Chem. Soc.* 1987, 109, (10), 3125-3132.
- [2] Keiderling, T. A., Vibrational circular dichroism. Applications to conformational analysis of biomolecules. In *Circular dichroism and the conformational analysis of biomolecules*, Fasman, G. D., Ed. Plenum Press: New York, 1996; pp 555-597.
- [3] Andrushchenko, V.; Tsankov, D.; Wieser, H., Vibrational circular dichroism spectroscopy and the effects of metal ions on DNA structure. *J. Mol. Struct.* 2003, 661, 541-560.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Филиппский А.В.

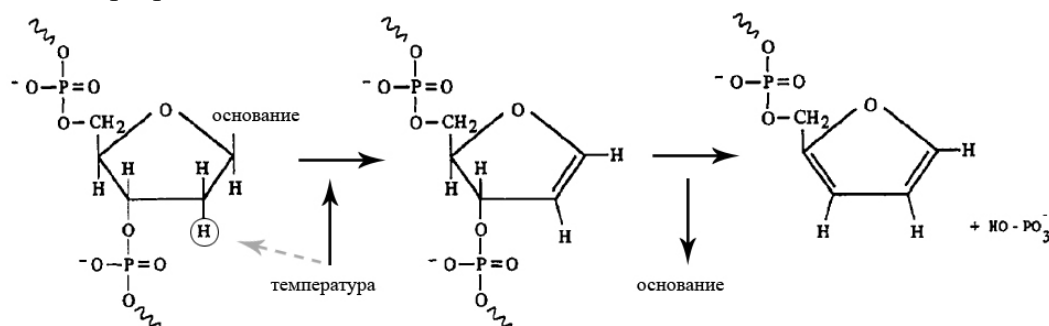
*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины,
ул. Акад. Проскуры, 12, г. Харьков, Украина, 61085
e-mail: andrvlfil@rambler.ru*

Ранее методом дифференциальной сканирующей микрокалориметрии было проведено исследование процессов, происходящих при нагревании твердых образцов природной ДНК и четырех типов однородных полинуклеотидов: polyA, polyG, polyC, polyU. Было обнаружено, что при температуре около 160⁰С для ДНК и при температурах выше 200⁰С для гомополимеров происходят необратимые экзотермические процессы, связанные с термическим разрушением образцов (пиролиз). Важным результатом стало существенное различие температур, соответствующих обнаруженным процессам разрушения.

Для более детального анализа процессов термического разрушения, был проведен калориметрический анализ составных элементов нуклеиновых кислот: нуклеотидов, нуклеозидов и рибозы. Результаты показали, что у всех исследуемых структур происходят подобные процессы, из чего следует, что процесс термического разрушения в первую очередь связан с измерениями, происходящими в рибозном кольце.

Известно, что одним из наиболее информативных методом исследования механизма разрушения вещества является масс-спектрометрический анализ, для чего был проведен обзор данных полученных этим методом при исследовании нуклеиновых кислот. Обзор показал, что продукты пиролиза нуклеотидов и олигонуклеотидов имеют характерные для каждого типа азотистого основания масс-спектрометрические спектры. Как и в наших исследованиях, необратимые изменения в образце происходили в интервале температур 150-275⁰С, причем эта температура, которая соответствовала наибольшему выходу ионов, отличалась для различного типа оснований.

Из результатов, полученных нами и методом масс-спектрометрии, следует, что первичным процессом при разрушении образцов является перенос атома водорода с рибозного кольца к азотистому основанию с последующим разрывом гликозидной связи. Это в свою очередь приводит к тому, что связь 3'-С-О становится крайне нестабильной и происходит ее разрыв:



Предложенная схема механизма, скорее всего не является единственно возможной и будет зависеть от условий, при которых происходит процесс. В целом механизм термического разрушения рибонуклеиновых кислот такой же как и для ДНК, однако, существуют отличия, связанные с наличием гидроксильной 2'-ОН группы: в отличие от ДНК после отрыва основания образуется фосфоран с последующим разрывом связи 5'-С-О и потерей нейтральной молекулы воды.

Приведенная схема позволяет объяснить различия термической устойчивости полинуклеотидов с различным типом азотистых оснований и сделать предположения относительно экзотермического характера процесса термического разрушения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗЫВАНИЯ ЛИГАНДОВ С ДНК ПО ДАННЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ

А.С. Хребтова, Е.В. Духопельников, Е.Г. Березняк

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

ДСК является прямым методом определения термодинамических параметров конформационных переходов биологических макромолекул. Также этот метод может быть использован при определении параметров связывания для лигандов, имеющих большое сродство к биополимерам, когда другие экспериментальные методы малоэффективны. Для систем протеин – лиганд существуют подходы, позволяющие по модели двух состояний рассчитать параметры связывания из данных ДСК. Для комплексов ДНК – лиганд применимость данных моделей имеет много ограничений. В данной работе сделана попытка учесть особенности плавления молекул ДНК и мультимодальность связывания лигандов с ДНК при расчете параметров комплексообразования из данных ДСК.

Расчет энтальпии связывания проводился в предположении, что изменение энтальпии плавления ДНК в комплексе по сравнению с энтальпией плавления свободной ДНК ($\delta\Delta H$) вызвано только взаимодействием лиганда с двуспиральными молекулами ДНК. Энтальпии связывания лиганда, который образует на матрице ДНК два типа комплексов, могут быть получены путем оптимизации калориметрических данных в широком диапазоне соотношения концентраций ДНК/лиганд по формуле:

$$\delta\Delta H = (-\Delta H_{cv1}) \cdot r_1 + (-\Delta H_{cv2}) \cdot r_2,$$

где ΔH_{cv1} и ΔH_{cv2} - энтальпии связывания, приходящиеся на один моль лиганда, при образовании каждого из двух типов комплексов;

r_1 и r_2 – количество связанного лиганда (на моль нуклеотидов) в составе каждого из комплексов, определяемое методом спектрофотометрического титрования.

Для расчета константы связывания лиганда с ДНК мы развили подход, предложенный в работе [1]. При плавлении ДНК модель двух состояний применима только для кооперативной единицы ДНК, состоящей из m нуклеотидов, размер которой определяется как отношение энтальпии, рассчитанной по методу Вант-Гоффа, к энтальпии, непосредственно полученной из данных ДСК. Также учитывалось, что при связывании лиганд занимает участок, состоящий из n нуклеотидов (n - величина места связывания, определенная из данных спектрофотометрии).

$\text{ДНК}_n - L \rightarrow \text{ДНК}_n + L$	$\text{ДНК}_m \rightarrow 2m\text{ДНК}$
Отрыв лиганда	Плавление кооперативной единицы ДНК

Зависимость константы денатурации от температуры была получена по уравнению Вант-Гоффа из кривой теплопоглощения свободной ДНК. Совместное решение системы уравнений ЗДМ и законов сохранения концентраций ДНК и лиганда позволяет рассчитать концентрации всех частиц при любой температуре, а также получить расчетную зависимость избыточной теплоемкости от температуры. Оптимальное значение константы связывания определено путем минимизации среднеквадратичного отклонения расчетной зависимости от экспериментальной в широком диапазоне соотношения концентраций ДНК/лиганд.

Применимость данных моделей расчета параметров комплексообразования в системах лиганд – ДНК рассмотрена на примере связывания производного актиноцина Act III с ДНК. Также предложены варианты дальнейшего усовершенствования рассмотренных подходов.

[1]. Esposito D., Del Vecchio P., Barone G. A thermodynamic study of herring protamine – DNA complex by differential scanning calorimetry. Physical Chemistry Chemical Physics, 2001, 3, PP.5320-5325.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СВЯЗЫВАНИЯ
ФЛАВИНМОНОНУКЛЕОТИДА С ДНК ПО ДАННЫМ
РАМАН СПЕКТРОСКОПИИ И СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ.**

Ю.Н. Близнюк, Т.В. Больбух, А.И. Гасан

¹*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины,
ул. Ак. Проскуры, 12, г. Харьков, Украина, 61085
e-mail: bolbukh@ire.kharkov.ua (Ю.Н. Близнюк)*

Одним из главных лимитирующих факторов использования противоопухолевых антибиотиков является их высокая побочная токсичность, которая снижается в присутствии рибофлавина (витамина В₂) и его производного флавинмононуклеотида (ФМН). ФМН оказывает протекторное действие на ДНК, вытесняя лиганд с его мест связывания с полинуклеотидной матрицей [1].

Чтобы выяснить молекулярные механизмы связывания ФМН с ДНК, используя методы спектрофотометрии в УФ и видимой области и Раман спектроскопии, мы провели исследование комплексообразования ДНК-ФМН при различных соотношениях молярных концентраций полинуклеотида и лиганда (P/D).

Спектр поглощения свободного ФМН имеет два максимума поглощения: при $\lambda_1=371$ нм – мономерная составляющая и при $\lambda_{II}=442$ нм – максимум поглощения димеров ФМН. Разное поведение кривых поглощения смесей ФМН-ДНК при P/D=3 и P/D=20 свидетельствует об образовании разных типов комплексов витамина на матрице ДНК. Также при P/D=20 наблюдалось смещение кривой поглощения в коротковолновую область. Этот факт требует дополнительных измерений изменений спектра комплекса во времени.

Были получены Раман спектры свободного ФМН и для смесей витамин-ДНК при тех же значениях P/D=3 и 20. Проанализировав Раман спектры, мы сделали вывод, что спектры комплексов отличаются при разных значениях P/D в области колебания внутрикольцевых C-N, C=C и C-C групп, так же как и от спектра свободного ФМН. Следовательно, подтверждается предварительный спектрофотометрический вывод об образовании разных типов комплексов ФМН на ДНК при разных концентрациях полинуклеотида. Также из Раман спектров было получено, что в образовании двух типов комплексов витамин-ДНК принимают участие C=O группы хромофора ФМН.

Предлагаются возможные модели образования комплексов ФМН-ДНК на основании данных, полученных с помощью спектрофотометрии в УФ и видимой области и Раман спектроскопии.

[1] Мухина Ю.В., Евстигнеев М.П. Связывание ароматических лигандов с ДНК в присутствии витамина // Вестник СевГТУ (Физика и математика). - 2005. - Т.70. - С. 62-73.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СУПЕРСПИРАЛЬНОЙ ДНК В НУКЛЕОСОМАХ

А.В.Федоренко

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

Изучение суперспиральной ДНК представляет особый интерес, поскольку в этом состоянии она активна в биологических процессах. Значительную роль при этом играют ее топологические свойства. Для описания суперспирального состояния кольцевой замкнутой ДНК ввели геометрический параметр пространственной кривой – райзинг. Большинство современных компьютерных программ не позволяют вычислить данный параметр, поэтому существует необходимость в разработке эффективной компьютерной методики для расчета топологии суперспиральной нуклеосомной ДНК. Целью данной работы было получение эффективного метода исследования райзинга нуклеосомной ДНК путем численного интегрирования по заданным координатам нуклеотидов. Для решения поставленной задачи был применен алгоритм, предложенный Константином Клениным [1], в котором райзинг рассчитывался по следующей формуле формуле:

$$Wr = \frac{1}{4\pi} \int_C \int_C \frac{(dr_2 \times dr_1) r_{12}}{r_{12}^3}$$

где \mathbf{r}_1 и \mathbf{r}_2 - точки, через которые проходит кривая C , представляющая собой мнимую ось молекулы, $\mathbf{r}_{12} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$, $r_{12} = |\mathbf{r}_{12}|$.

Для реализации данного алгоритма было использовано следующее программное обеспечение: Compaq Visual Fortran V.6.1.0. Его выбор обусловлен простотой языка программирования и аппаратной независимостью (поскольку программы, написанные на Compaq Visual Fortran V.6.1.0, являются приложениями Windows).

Согласно упомянутому алгоритму выбирается точка отсчета на замкнутой пространственной кривой. Данная кривая разбивается на определенное число векторов, направленных по ходу, относительно выбранной точки, и производится подсчет количества самоперекрещиваний кривой. Фактически происходит вычисление телесного угла, выраженного в радианах, который создает исследуемая кривая если смотреть на нее из выбранной точки. В случае ДНК это значение соответствует количеству самоперекрещиваний оси молекулы.

Таким образом была разработана методика, позволяющая легко вычислить райзинг ДНК по координатам центров пар оснований. Проведено успешное тестирование полученной программы на ряде идеальных кривых. Результаты хорошо согласуются с теоретическими свойствами райзинга. Анализ этого метода и программы показал, что значения райзинга уменьшаются с увеличением шага спирали при неизменных других параметрах, и для спирали с большим шагом - стремятся к нулю. Значения изменяются скачкообразно, т.к. может быть только целое число скрещиваний. Проведены расчеты райзинга для групп идеализированных и реальных нуклеосомных ДНК, взятых из PDB, с одними и теми же гистоновыми белками, но с различным количеством пар оснований. Полученные данные с высокой достоверностью показали, что основное влияние на конформацию нуклеосомной ДНК оказывают гистоновые белки, а не последовательность нуклеотидов, поскольку в исследованных случаях расчетные значения райзинга были близки в каждой исследованной группе. Расчеты проводились для искусственных нуклеосомных ДНК с гистонами лягушки, человека, и др.

[1] Klenin Konstantin, "Computation of Writhe in modeling of supercoiled DNA", Biopolymers, Vol. 54, P. 307–317, 2000.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФОРМАЦИОННОЙ ДИНАМИКИ САХАРО-ФOSФАТНОГО ОСТОВА ДНК БЕЛКОВО-НУКЛЕИНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

М.Ю. Ткаченко

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

Конформационное многообразие нуклеиновых кислот прослеживается на всех уровнях организации - от низкомолекулярных компонентов нуклеиновых кислот до их комплексов со специфическими белками. Функционирование биомакромолекул так или иначе связано с конформационными изменениями. Понимание такой связи на детальном – атомном уровне составляет предмет исследований современной структурной биологии. Одной из актуальных задач в этой области является анализ структурных баз данных белково-нуклеиновых комплексов для определения общих закономерностей белково-нуклеинового узнавания. В таком узнавании важную роль играют непрямые механизмы, вызванные деформацией ДНК, поэтому, в частности, важно исследовать влияние конформационных переходов в сахаро-фосфатном остове ДНК на белково-нуклеиновое узнавание.

Целью работы было исследование влияния конформационных переходов в сахаро-фосфатном остове ДНК на белково-нуклеиновое узнавание: изменение конфигурации угла γ : *gauche-/gauche+/trans*. Для исследования использовались белково-нуклеиновые комплексы, полученные методом РСА. Была построена база данных негомологичных структур, взятых из Nucleic Acid Data Bank с разрешением лучше, чем 2.6Å. С помощью пакета программ были рассчитаны структурные параметры ДНК для взаимодействующих и невзаимодействующих с белком нуклеотидов. С помощью метода молекулярной динамики (ММД) были смоделированы переходы: *gauche+ ↔ trans*, *gauche- ↔ trans*, *gauche+ ↔ gauche-* и для них получены значения изменения свободной энергии.

Анализ баз данных белково-нуклеиновых комплексов показал, что локальное изменение конфигурации торсионного угла γ влияет на молекулярное узнавание в белково-нуклеиновых комплексах за счет изменения полярности поверхности ДНК, доступной для взаимодействия с белками.

В ходе работы были также получены следующие результаты:

- 1) Торсионный угол γ находится, в основном, в *gauche+* конформации (85%). Это свидетельствует об энергетической невыгодности переходов в *trans* (6%) и *gauche-* (9%) конформацию;
- 2) Расчет времен релаксации для *gauche-* и *trans* конформаций, полученный с помощью ММД показал, что более устойчивой является *trans* конформация.
- 3) Существует корреляция между углом псевдovращения сахара Р и торсионным углом γ ;
- 4) Анализ частот встречаемости различных конфигураций торсионного угла γ в структурах белково-нуклеиновых комплексов, полученных методами РСА и ЯМР, показал, что наибольшую фракцию нуклеотидов, находящихся в *gauche-* конформации, составляют Тимины, а в *trans* конформации увеличена фракция Цитозинов. Таким образом, продемонстрирована зависимость предпочтительной конформации угла γ от последовательности ДНК.

Таким образом, конформация сахаро-фосфатного остова играет важную роль в белково-нуклеиновом узнавании.

ДИНАМИКА ДОДЕКАМЕРОВ ДНК РАЗЛИЧНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Е.В. Мирошниченко, А.В. Шестопалова

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

Задачей данной работы было изучение влияния последовательности на динамику В-ДНК с помощью молекулярно-динамического моделирования. Были исследованы 8 додекамеров ДНК, отличающихся составом центрального тетрамера: $d(CGCGXXXXCGCG)_2$, где XXXX = AATT, AGCG, AGCT, ATAT, GTCA, TGCA, TGCT, TТАА. Моделирование было выполнено в программном пакете AMBER 9 с явным учетом растворителя и противоионов. Координаты начальных структур были взяты из банка данных Nucleic Acid Database или построены в канонической В-форме ДНК по Арнотту в модуле NUCGEN программного пакета AMBER 9. Были использованы три силовых поля семейства AMBER: parm98, parm99 и parmbsc0, содержащих разные параметры для сахарофосфатного остова ДНК.

Для каждого додекамера ДНК в каждом из трех силовых полей была получена 10 нс молекулярно-динамическая траектория. Структура додекамеров в процессе моделирования была довольно подвижной: усредненное по времени среднеквадратическое отклонение (СКО), вычисленное относительно первого снимка траектории, составило 2.3-3.5 Å для разных траекторий ДНК. В отдельных случаях мгновенные значения СКО достигали 4.5-5.0 Å. Несмотря на это, структура двойной спирали сохранялась достаточно хорошо, и нарушение спаривания оснований в результате разрыва соединяющих их водородных связей наблюдалось только для концевых пар нуклеотидов. Во время моделирования для некоторых сахарных остатков были зафиксированы переходы торсионных углов α/γ из канонической области значений g^-, g^+ в g^+, t . Известно, что накопление неканонических конформеров α/γ в длинных (>10 нс) молекулярно-динамических траекториях является одним из артефактов старых версий силового поля AMBER. В нашем случае при моделировании с силовыми полями parm98 и parm99 в разных траекториях наблюдалось от 1 до 4 необратимых переходов α/γ в g^+, t , в основном, затрагивающих концевые остатки додекамеров. В траекториях, полученных с новым силовым полем parmbsc0, переходы α/γ были обратимыми.

Анализ траекторий с помощью метода существенной динамики показал, что вне зависимости от последовательности 90 % движений любого додекамера могут быть описаны с помощью первых 45 собственных векторов ковариационной матрицы, построенной по молекулярно-динамической траектории. Для количественной характеристики сходства или различия динамики разных додекамеров ДНК нами были вычислены абсолютные индексы подобия для движений атомов сахарофосфатного остова додекамеров. Значения индексов находились в пределах 0.7-0.9, что свидетельствует об общей картине движений сахарофосфатного остова В-ДНК. Индексы подобия, рассчитанные для траекторий одной и той же последовательности ДНК в разных силовых полях, были равны 0.9. Однако столь же высокие значения индексов были получены для разных последовательностей ДНК, которые имели одну и ту же начальную структуру сахарофосфатного остова (были построены в модуле NUCGEN). Чтобы отделить влияние последовательности от влияния начальной структуры на динамику сахарофосфатного остова ДНК, нами было проведено дополнительное моделирование последовательности $d(CGCGAATTCGCG)_2$ в силовом поле parmbsc0. При этом если ранее начальную структуру этой последовательности мы брали из банка данных, то теперь мы строили ее как каноническую В-форму ДНК с помощью модуля NUCGEN. Вычисленный абсолютный индекс подобия для двух траекторий $d(CGCGAATTCGCG)_2$ был равен 0.7. Следовательно, на моделируемом временном интервале (10 нс) начальная структура оказывает существенно большее влияние на динамику додекамеров, чем последовательность ДНК.

МОЛЕКУЛЯРНИЙ ДОКИНГ ПРОИЗВОДНОГО АКТИНОЦИНА И ФРАГМЕНТОВ ДНК РАЗНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

А.М. Голиус¹, Е.В. Мирошниченко², А.В. Шестопалова²

¹*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, г. Харьков, Украина, 61077*

²*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины,
ул. Ак. Проскуры, 12, г. Харьков, Украина, 61085
e-mail: golius@vk.kh.ua*

В данной работе методом молекулярного докинга был проведен анализ влияния последовательности ДНК на связывание производного противоопухолевого антибиотика актиномицина Д, имеющего асимметричные боковые цепи (actIII-II). Начальная структура actIII-II была получена в результате оптимизации методом b3lyp с базисом 6-31G* в программе Gaussian03. Для определения парциальных зарядов на атомах actIII-II был использован электростатический потенциал, рассчитанный для оптимизированной конформации actIII-II методом Хартри-Фока с базисом 6-31G* в программе GAMESS. Для оценки сиквенс-специфичности связывания actIII-II в качестве мишеней были выбраны 8 додекамеров ДНК, отличающихся составом четырех центральных пар нуклеотидов. Были рассмотрены как АТ, так и GC-богатые последовательности ДНК, в том числе и последовательности, с которыми, как известно, связывается актиномицин Д. Было проведено моделирование двух типов связывания actIII-II с ДНК: интеркаляции и связывания actIII-II в желобках ДНК. Молекулярный докинг был выполнен с помощью генетического алгоритма Ламарка в программном пакете AutoDock 3.05. При моделировании связывания actIII-II в желобках ДНК учитывалась не только гибкость лиганда, но и гибкость мишени (фрагмента ДНК) с помощью представления ее в виде набора из 7-9 жестких конформаций. Наиболее вероятные комплексы были определены с помощью следующих критериев отбора: минимальная энергия комплекса, максимальное число водородных связей между actIII-II и ДНК в комплексе, хорошая воспроизводимость комплекса.

При моделировании интеркаляции actIII-II в ДНК было получено 2 типа комплексов, отличающихся расположением боковых цепей лиганда относительно мишени: в первом типе интеркаляционных комплексов боковые цепи actIII-II находились в малом желобке ДНК, а во втором – в большом желобке ДНК. В обоих случаях наблюдалась предпочтительность связывания с GC-богатыми последовательностями ДНК. Внутри каждого типа комплекса можно было выделить 2 подгруппы в зависимости от ориентации NH₂-группы хромофора лиганда. Однако, четкой взаимосвязи между расположением NH₂-группы actIII-II в комплексе относительно ДНК и энергией комплекса обнаружено не было.

При встраивании actIII-II в малый желобок ДНК наблюдалось 2 основных типа комплексов: в первом типе комплексов продольная ось хромофора лиганда была расположена перпендикулярно малому желобку ДНК; а во втором – располагалась вдоль малого желобка ДНК. Как и в случае интеркаляции, в зависимости от ориентации NH₂-группы actIII-II при связывании в малом желобке, каждый тип комплекса можно было разбить на подгруппы. Было получено, что наиболее энергетически выгодным является первый тип комплекса и такое расположение лиганда, при котором NH₂-группа его хромофора направлена внутрь малого желобка ДНК. Увеличение энергии связывания в этом случае, по-видимому, обусловлено образованием водородной связи между NH₂-группой actIII-II и ДНК.

При связывании actIII-II в большом желобке ДНК в зависимости от последовательности мишени наблюдалось большое разнообразие типов комплексов, и поэтому невозможно было выделить какой-либо один предпочтительный тип комплекса. В каждом отдельном случае была хорошая воспроизводимость комплекса и были зафиксированы водородные связи между боковыми цепями лиганда и донорно-акцепторными группами ДНК.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ Ni^{2+} И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ПОЛИНУКЛЕОТИДОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ АДЕНИНА И УРАЦИЛА

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

Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины,
пр. Ленина, 4, г. Харьков, Украина, 761103
e-mail: usenko@ilt.kharkov.ua

Исследование комплексов ионов переходных металлов с находящимися в различных конформациях полинуклеотидами представляет интерес, связанный с проблемами экологии, а также возможностью их использования при лечении вирусных и онкологических заболеваний [1].

Методами дифференциальной УФ-спектроскопии (ДУФС) и термической денатурации изучено влияние ионов Ni^{2+} и температуры на конформационное равновесие двухцепочечного полинуклеотида полиА·полиУ (АУ) в условиях, близких к физиологическим (0,1М Na^+ , рН7).

Ионы Ni^{2+} не изменяют спектры поглощения АУ вплоть до 0,01 М Ni^{2+} , что может быть связано с образованием внешнесферных макрохелатов (ВСМ), в которых ионы Ni^{2+} одновременно взаимодействуют с атомами кислорода фосфатных групп и через молекулы воды с N7 аденинов.

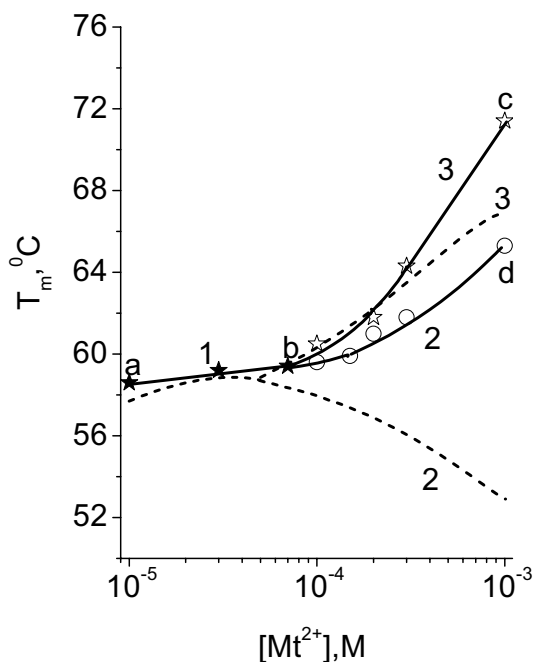


Рис. 1. Фазовая диаграмма комплексов ионов Ni^{2+} с АУ при 0,1 М Na^+ .

1– $(T_m)_{21}$ (★); 2– $(T_m)_{23}$ (○); 3– $(T_m)_{31}$ (☆).

Штриховая линия – фазовая диаграмма комплекса АУ+ Mg^{2+} [2].

Фазовая диаграмма комплекса (рис.1) распадается на участки, соответствующие переходам 2→1 при низких концентрациях ионов Ni^{2+} и переходам 2→3 и 3→1 при концентрациях ионов Ni^{2+} , превышающих критическую. Концентрационные зависимости $(T_m)_{21}$ и $(T_m)_{31}$ для ионов Mg^{2+} [2] и Ni^{2+} качественно подобны, тогда как в отличие от ионов Mg^{2+} , понижающих $(T_m)_{23}$ [2], ионы Ni^{2+} повышают температуру перехода 2→3. Теоретические расчёты показывают, что возможной причиной этого является уменьшение различия между константами связывания ионов Ni^{2+} с А2У и АУ, а также числа мест связывания ионов Ni^{2+} при реализации перехода 2→3. Другая возможная причина – наличие дополнительной стабилизации АУ за счёт образования ВСМ, отсутствующего у ионов щёлочно-земельных металлов.

[1] Field A.K. Oligonucleotides as inhibitors of human immuno deficiency virus // Curr. Opin. Mol. Ther.- 1999.-1.- P. 323-331.

[2] Sorokin V.A., Valeev V.A., Gladchenko G.O., Degtyar M.V., Karachevtsev V.A., Blagoi Yu.P. Mg^{2+} ion effect on the conformational equilibrium of polyU·polyA·polyU and polyA·polyU in aqueous solutions // Int.J.Biol.Macromol.- 2003.-31.-P. 223-233.

ВЛИЯНИЕ ОДНОВАЛЕНТНЫХ ИОНОВ НА СВЯЗЫВАНИЕ АКТИНОЦИНОВОГО ПРОИЗВОДНОГО С НАТИВНОЙ И ДЕНАТУРИРОВАННОЙ ДНК

Е.А. Минакова, Е.Б. Круглова

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

Хорошо известно, что ДНК представляет собой отрицательно заряженный полиэлектролит как в двойной (нативное состояние) так и в одинарной (денатурированное состояние) спирали и показывает значительную чувствительность к ионному окружению при различных структурных переходах и при взаимодействии с заряженным окружающим пространством. Пространственно распределенные одновалентные положительно заряженные катионы, присутствующие в растворе в качестве буфера либо специально добавляемые в систему, могут играть роль конкурирующих лигандов для лекарственных веществ, взаимодействующих с полинуклеотидом.

Ранее было показано [1], что актиноциновые производные, связываясь с нативной молекулой ДНК, могут образовывать два типа комплекса (предположительно интеркаляция и комплекс в малой бороздке). На примере ActII* мы оценили влияние некоторых одновалентных ионов на мультимодальное связывание биологически активного вещества с ДНК, используя модель конкурентного связывания двух лигандов с полинуклеотидной матрицей.

С помощью программы оптимизации спектрофотометрических концентрационных зависимостей [2], позволяющей рассматривать возможность кооперативного связывания, были рассчитаны спектральные и термодинамические (константы и места связывания) параметры в системах лиганд – нативная и денатурированная ДНК.

- [1] Minakova E.A., Bud'ko L.V., Bliznuk U.N., Kruglova E.B. Investigation of complexation actinomycin derivatives with DNA by spectrophotometric and Raman spectroscopy methods // Bulletin SevNTU (2005), V. 70, P. 111-118.
- [2] Kruglova E. B., Gladkovskaya N.A., Maleev V.Ya. Use the spectrophotometric analysis to calculate the thermodynamic parameters of binding between actinocin derivatives and DNA //Biophysics. -2005. – V. 50(2). – P. 253-264.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОГО СВЯЗЫВАНИЯ АКТИНОЦИНОВОГО ПРОИЗВОДНОГО И БРОМИСТОГО ЭТИДИЯ С ТИМУСНОЙ ДНК

Е.Л. Ермак, Е.Б. Круглова

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

В последние годы в связи с развитием комбинированной химиотерапии возникла необходимость в изучении конкурентного связывания нескольких биологически активных веществ или противоопухолевых соединений с нуклеиновыми кислотами. Метод спектрофотометрии является одним из наиболее часто применимых методов для анализа одновременного взаимодействия нескольких лигандов с полинуклеотидными матрицами. Однако в случае, когда оба лиганда поглощают в одной области спектра, такой анализ затруднен. Мы предлагаем методику, при которой анализ конкурентного взаимодействия и расчет параметров связывания лигандов с нуклеиновой кислотой производится в длине волны, соответствующей изобестической точке в спектрах поглощения одного из лигандов. При таком подходе поглощение этого лиганда остается постоянным при любых соотношениях свободного и связанного красителя, что позволяет вычесть его из общего поглощения смесей. Данная методика была опробована нами на примере системы актиноциновое производное – тимусная ДНК – бромистый этидий. Актиноциновые производные взаимодействуют с ДНК предположительно по типу интеркаляции, а также связываясь в малой бороздке ДНК. Ранее нами было качественно показано, что в экспериментах по конкурентному связыванию бромистый этидий уменьшает количество комплекса актиноцинового производного с ДНК по типу интеркаляции [1]. В данной работе нами с помощью программы оптимизации DALSMOD был рассчитан равновесный состав смесей в системе актиноциновое производное – тимусная ДНК – бромистый этидий. Показано, что количество комплекса актиноцинового производного с ДНК по типу интеркаляции существенно уменьшается, а количество свободного красителя в растворе увеличивается. С другой стороны, в присутствии актиноцинового производного количество связанного с ДНК бромистого этидия также существенно уменьшается. Рассчитана доля вытесненных с ДНК лигандов в присутствии конкурирующих красителей. Показано, что предложенный подход эффективен в случае мультимодального связывания одного из лигандов и позволяет рассчитывать константы и величины мест связывания, а также равновесный состав смесей в сложных тройных системах, в которых оба лиганда поглощают в одной области спектра.

- [1] Ермак Е.Л., Круглова Е.Б. Влияние конкурирующих лигандов разного типа на связывание актиноцинового производного ActII с ДНК // «Вестник СевГТУ» (Физика и математика). – 2005. – т.70 – С. 118-126.

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ВКЛАД В ЭНЕРГИЮ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ АНТРАЦИКЛИНОВЫХ АНТИБИОТИКОВ С ДНК

Н.М. Хомутова, В.В. Костюков, М.П. Евстигнеев

*Севастопольский национальный технический университет,
Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053*

e-mail: Viktor_Kostukov@mail.ru

Электростатическая составляющая $\Delta G_{эл}$ является одной из наиболее важных при комплексообразовании биомолекул [1]. В то время как для различных комплексов «белок-белок» и «белок-ДНК» анализ $\Delta G_{эл}$ проведен достаточно подробно, в случае связывания ароматических интеркаляторов с ДНК детальное исследование электростатического вклада ранее было выполнено лишь для отдельных лигандов [2]. В настоящей работе методом, основанным на решении нелинейного уравнения Пуассона-Больцмана (НУПБ), произведен расчет и сравнительный анализ электростатической составляющей суммарной энергии комплексообразования антрациклиновых антибиотиков дауномицина (DAU) и ногаламицина (NOG), а также их синтетического антрацендионового производного новантрона (NOV) с олигомерами ДНК различной длины N (от 4 до 16 пар оснований).

Для решения НУПБ и вычисления $\Delta G_{эл}$ нами использована программа DelPhi 4.0 [3], с помощью которой вычислены следующие составляющие полной электростатической энергии: энергия взаимодействия молекул растворенных веществ с противоионами $\Delta G_{и}$, энергия взаимодействия зарядов атомов растворенного вещества с индуцированными поверхностными зарядами на границе раздела с водой (энергия сольватации) ΔG_c и энергия кулоновских взаимодействий между атомами растворенных веществ ΔG_k . Комплексообразование интеркаляторов с ДНК проанализировано как процесс, состоящий из двух этапов: образование интеркаляционной полости в дуплексе ДНК и встраивание лиганда в раскрученную ДНК.

Сравнительный анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что полная электростатическая энергия комплексообразования антрациклинов с ДНК определяется суммой больших по величине и противоположных по знаку составляющих ΔG_c и ΔG_k , в то время как значения $\Delta G_{и}$ сравнительно невелики. Электростатические взаимодействия, в целом, дестабилизируют комплексы «лиганд-ДНК» в водной среде ($\Delta G_{эл} > 0$). Результаты также свидетельствуют о том, что однозначный анализ вклада различных компонент электростатической энергии должен проводиться на длине олигонуклеотидной последовательности $N \geq 8$.

- [1] Honig B., Nicholls A. Classical Electrostatics in Biology and Chemistry // Science 1995.– Vol.268.–P. 1144–1149.
- [2] Baginski M., Fogolari F., Briggs J.M. Electrostatic and Non-electrostatic Contributions to the Binding Free Energies of Anthracycline Antibiotics to DNA // J. Mol. Biol.–1997.–Vol.274.–P. 253–267.
- [3] Rocchia W., Alexov E., Honig B. Extending the applicability of the nonlinear Poisson-Boltzmann equation: Multiple dielectric constants and multivalent ions // J. Phys. Chem. B.– 2001.–Vol.105.–P. 6507–6514.

РАСПОЛОЖЕНИЕ И КОЛИЧЕСТВО КОНЕЧНОСТЕЙ У ПОЗВОНОЧНЫХ: СЛУЧАЙНОСТЬ ИЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ?

Е.П. Борискина¹, В. Флори²

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

²Laboratoire GMCM, Université de Rennes 1,
Campus de Beaulieu, Rennes, France, 35042
e-mail: ypmelezhik@yahoo.com

Несмотря на значительные усилия ученых, механизмы возникновения существующей модели расположения конечностей у позвоночных до конца неясны. Существующие работы хорошо освещают особенности фенотипа различных типов клеток развивающихся конечностей, но не отвечают на вопрос, каков механизм инициации роста конечности и почему развитие конечностей в физиологических условиях происходит только в определенной области латеральной пластинки (Рис. 1 а).

В работе предлагается физическая модель процессов, предшествующих формированию зачатков конечностей и раскрываются движущие силы этого процесса. Предлагаемая модель включает рассмотрение миграций клеток, возникающие в зародыше на стадии бластулы и ранней гастролы, которые приводят к образованию двух главных и двух вторичных вихревых потоков [1], в результате которых возникают четыре зоны пониженной резистентности эктодермы, которые и являются начальными точками развития конечностей (Рис. 1 б). Предложенная модель подтверждается проведенным комплексным исследованием жесткости тканей ранней гастролы куриного эмбриона на различных стадиях развития, проведенного с использованием разработанного прецизионного тонометра, позволяющего исследовать эластические свойства живой ткани без непосредственного механического контакта с ней. Впервые показано, что движущей силой инициации конечностей являются механические факторы. Предложенная теория заполняет пробел существующей теории развития конечностей у позвоночных и предлагает новые возможности для биоинженерии.



Рис. 1. Механизмы формирования зачатков конечностей: (а) – последовательность событий предшествующих формированию зачатков конечностей: день 0 – ранняя бластула с серпом Рабера-Келлера, день 1 – гастрולה приобретает форму восьмигранника, день 2 – образование четырех вихревых потоков в гастрולה приводит к формированию латеральных пластинок, день 3 – рост латеральных пластинок, день 4 – формирование и рост зачатков конечностей; (б) – математическая реконструкция типичных вихревых потоков в бластуле; зачатки конечностей формируются в центральных участках каждого из потоков.

[1] Chuai, M. *et al.* Cell movement during chick primitive streak formation. // *Dev. Biol.* 2006, v.296, pp.137–149.

КОРРЕКТИРОВКА ПАРАМЕТРОВ ТРЕХЭЛЕКТРОДНОГО ЭНЕРГОФИЛЬТРА ТИПА ДВУГРАННЫЙ УГОЛ С ТОРЦЕВЫМИ ДИАФРАГМАМИ

А.С. Агафонова¹, В.А. Сурков²

¹*Институт электронной физики НАН Украины,
ул. Университетская, 21, г. Ужгород, Украина, 88017*
²*АО «SELMI», ул. Космосовская, 68А, г. Сумы, Украина, 40009*
e-mail: sur@selmi.sumy.ua

Повышение изотопической чувствительности малогабаритного монопольного масс-спектрометра необходимо в связи с его использованием для измерения изотопного отношения, в частности, в системах диагностики *Helicobacter pylori* по уреазному дыхательному тесту. Одно из решений – уменьшение разброса ионов по энергии посредством энергофильтра.

В работе оптимизированы параметры трехэлектродного энергофильтра типа двугранный угол с торцевыми диафрагмами и его согласование с монопольным анализатором. Рассчитана разрешающая способность энергофильтра. Расчеты выполнены с помощью программы числового моделирования SIMION.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАСТВОРОВ СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА БЫКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ рН

А.В. Адельянов, О.А. Горобченко, О.Т. Николов, С.В. Гаташ

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

В работе исследована электропроводность растворов бычьего сывороточного альбумина (БСА) при различных значениях рН. Методом СВЧ диэлектromетрии были исследованы диэлектрические свойства буферных растворов сывороточного альбумина. Данная работа представляет интерес в связи с тем, что проводимость сывороточного альбумина существенно зависит от рН среды.

При приготовлении буферных растворов с рН=3,6; 4,6; 7,4 смешивали в необходимых пропорциях раствор лимонной кислоты концентрации 0,2 М и раствор гидрофосфата натрия концентрации 0,1 М. Для получения буферных растворов с рН=2,63; 6,15; 7,35 исходные растворы лимонной кислоты и гидрофосфата натрия разводили в 4 раза дистиллированной водой. Растворы БСА готовили путём растворения сухого лиофилизированного препарата БСА (производство ДИА – М, США) в буферных растворах. Концентрация белка в растворах составляла 10 мг/мл. Удельную электропроводность буферных растворов и растворов БСА измеряли мостовым методом в интервале температур 5–40°C.

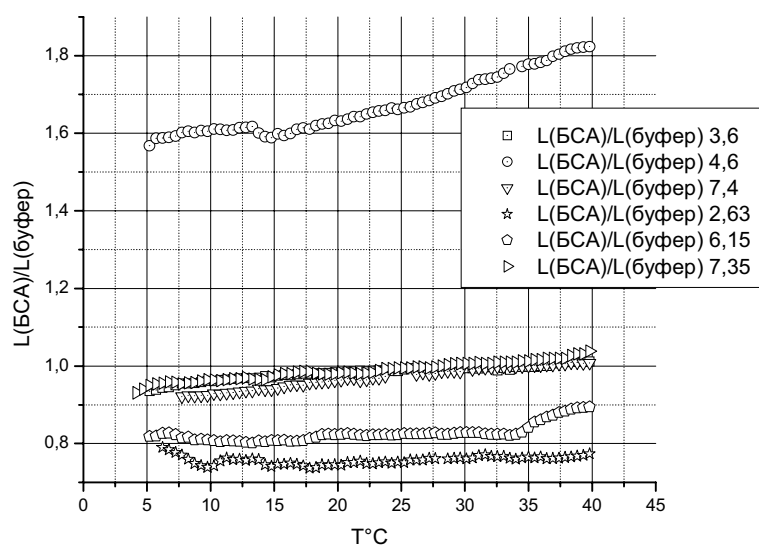


Рис. 1. Температурная зависимость отношений удельных электропроводностей тернарных и буферных растворов с рН 2,63; 3,6; 4,6; 6,15; 7,35; 7,4

Получены температурные зависимости удельных электропроводностей тернарных систем относительно соответствующих буферных растворов (рис. 1). Показано существенное повышение удельной электропроводности тернарного раствора с рН 4,6 по сравнению с соответствующим буферным. Установлен температурный интервал изопроводимости для растворов БСА с рН 3,6; 7,35 и 7,4.

С помощью метода СВЧ – диэлектromетрии получены значения действительной части диэлектрической проницаемости ϵ' , статической диэлектрической проницаемости ϵ_s и значения частоты диэлектрической релаксации молекул воды f_d для буферных и тернарных растворов со значениями рН 2,63; 6,15 и 7,35. Сравнивая значения статических диэлектрических проницаемостей, найдено, что для исследованных растворов степень гидратации сывороточного альбумина минимальна при рН 6,15.

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ

Н.А. Белогурова, Н.В. Сергеева, Н.Г. Стервеедов, В.В. Товстяк

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

Фотодинамическая диагностика и терапия (ФДДТ) представляет собой принципиально новый подход к выявлению и лечению злокачественных опухолей, а также других неонкологических заболеваний. ФДДТ отличается от традиционных методов лечения отсутствием риска хирургического вмешательства, тяжелых местных и системных осложнений лечения, возможностью многократного повторения при необходимости лечебного сеанса, сочетанием в одной процедуре флуоресцентной диагностики и лечебного воздействия и повышенным избирательным воздействием. Фотодинамическая диагностика и терапия - это метод лечения злокачественных опухолей, а также других неопухолевых патологий с помощью препарата - фотосенсибилизатора, который селективно накапливается в злокачественных новообразованиях. При воздействии на фотосенсибилизатор оптического излучения с определенной длиной волны происходит фотохимическая реакция, которая, в конечном счете, приводит к некрозу опухоли. Попадание излучения на прилегающие нормальные ткани не приводит к отрицательным последствиям для организма. Интенсивность флуоресценции фотосенсибилизатора свидетельствует о степени накопления его в опухолевой ткани, о размерах, форме и расположении опухоли и позволяет оценить целесообразность проведения фотодинамической терапии [1-4].

Разработанная программно-техническая система для ФДДТ представляет собой сопряженное USB-интерфейсом с персональным компьютером светодиодное многоцветное терапевтико-диагностическое устройство, позволяющее проводить фотодинамическую терапию поверхностных образований и флуоресцентный мониторинг. Встроенная Веб-камера высокого разрешения и набор интерференционных фильтров дают возможность наблюдать на экране видеомонитора флуоресцентное изображение и определять границы участков с повышенным накоплением фотосенсибилизатора. Для дозиметрии светового излучения в систему введена схема измерения на основе оптрона с открытым оптическим каналом и автоматической коррекцией дрейфа нулевого уровня и фоновой засветки. Управление уровнем мощности облучения, временем экспозиции, спектром излучения и другими параметрами осуществляется микроконтроллерной схемой по командам ПК в диалоговом режиме. В состав программного обеспечения системы предполагается введение необходимых баз данных и разработка экспертной системы.

Для изучения переизлучения фотосенсибилизаторов и спектральных характеристик светодиодных излучателей, а также и других спектральных исследований используется модернизированная установка для спектрального анализа на базе монохроматора МДР 23.

Комплекс для ФДДТ предполагается использовать помимо научных исследований в лабораторном практикуме по биологической и медицинской физике.

- [1] Pass H.I. Photodynamic therapy in oncology: mechanisms and clinical use // J. Natl. Cancer Inst..1993; V. 85, p. 443-456.
- [2] Wolfson H. et al. // Photodynamic therapy and biomedical lasers. Ed.: P. Spinelli. - M/Dal Fante dc Marchellini. - Amsterdam, 1992. - P. 281-285.
- [3] Странадко Е.Ф., Скобелкин О.А., Ворожцов Г.Н. и др. Пятилетний опыт клинического применения фотодинамической терапии. Рос. онкол. Журнал 1998; (4): 13-18
- [4] V.V.Kucenyuk, N.F. Gamaleya. Photodynamic therapy of malignant tumors // "Oncology". V.5. № 1. 2003, p.69-72

ВЛИЯНИЕ ОЗОНА НА ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ ГЕМОГЛОБИНА И МЕМБРАНОСВЯЗАННЫХ БЕЛКОВ ЭРИТРОЦИТОВ

А.В. Зинченко, И.А. Буряк, В.Д. Зинченко

*Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины,
ул. Переяславская, 23, г. Харьков, Украина, 61015
e-mail: irina_m_82@mail.ru, alexazin@mail.ru*

Рядом исследователей установлено, что действие озона на биологические системы является дозо-зависимым: при низких дозах озона происходит стимуляция физиологических функций, а при высоких – ингибирование. Изучение этого эффекта на уровне изолированных белков и мембран важно для понимания механизмов биологического действия озона.

В настоящей работе исследовали влияние различных доз озона на термоденатурацию гемоглобина и мембраносвязанных белков эритроцитов методом дифференциальной сканирующей адиабатической калориметрии (DASM – 4, Пушино). Гемоглобин и тени эритроцитов получали по стандартной методике. Озон в растворы гемоглобина и суспензии теней вводили путем смешивания в соотношении 1:2 с озонированным физиологическим раствором. Кроме того, проводили исследования гемоглобина и мембрано-связанных белков, полученных из озонированных эритроцитов, отмытых озонированным физиологическим раствором. Концентрацию белка определяли спектрофотометрически (Pye Unicam 8000, Великобритания).

Анализ полученных термограмм показал, что дестабилизирующее действие озона на молекулы озонированного гемоглобина начинает проявляться при дозе озона 6,7 г О₃/моль Hb, что соответствует конечной концентрации озона 1 мг/л раствора гемоглобина. С увеличением дозы озона отмечается монотонный рост полуширины пиков термоденатурации гемоглобина, что можно объяснить увеличением вклада метгемоглобина. Форма термограмм денатурации гемоглобина при высоких дозах озона - 26,9 г О₃/моль Hb (4,3 мг О₃/л раствора) и 38,7 г О₃/моль Hb (6 мгО₃/л раствора) дает основание для предположения о разрыхлении молекул гемоглобина. Термоденатурация гемоглобина, полученного из озонированных эритроцитов, не претерпевает значительных изменений даже при дозе озона 9 мгО₃/л суспензии. Термограммы мембран эритроцитов содержат информацию об изменениях состояния мембраносвязанных белков под действием озона. При обработке теней дозой озона 0,13 мгО₃/г белка (0,2 мгО₃/л суспензии теней) регистрируются все переходы - А, В, С, D, - характерные для теней эритроцитов без озонирования. Переход А соответствует плавлению спектрина и анкирина, переход В – плавлению актина, С – плавлению белков полосы 3 (анионпереносящий белок), а также 4.1 и 6, D – плавлению тропомиозина. Повышение дозы озона более 1,23 мг О₃/г белка (2 мгО₃/л суспензии теней) приводит к снижению интенсивности пиков, соответствующих указанным выше переходам, и при дозе 5,29 мг О₃/г белка (7,4 мг/л суспензии) эндотермические пики, соответствующие переходам А и D выражены слабо, в то время как переходы В и С не регистрируются. Таким образом, можно сделать вывод о полной денатурации актина и белков полос 3, 4.1 и 6 под действием озона в результате окислительной деструкции. На термограммах теней, полученных из озонированных эритроцитов (0,2 мгО₃/л суспензии), переходы не отличаются от таковых на термограммах теней эритроцитов, не подвергавшихся озонированию. При увеличении дозы озона до 9 мгО₃/л суспензии структура мембраносвязанных белков сохраняется, однако интенсивность пиков плавления снижается.

Таким образом, при озонировании гемоглобина и изолированных мембран наиболее подверженными действию озона являются белки, плавление которых соответствует пикам В и С на термограммах. Термоустойчивость гемоглобина и теней, полученных из озонированных эритроцитов, значительно выше устойчивости озонированных белков. Мы полагаем, что данный эффект объясняется действием антиоксидантных систем эритроцитов.

О ФОРМИРОВАНИИ СТЕКЛООБРАЗНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОКСИЭТИЛИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГЛИЦЕРИНА РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Е.Н. Животова¹, А.В. Зинченко²

¹Национальный фармацевтический университет,
ул. Пушкинская, 53, г. Харьков, Украина, 61002

²Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины,
ул. Переяславская, 23, г. Харьков, Украина, 61015
e-mail: zhivotova@inbox.ru, alexazin@mail.ru

Вода занимает особое место среди всех известных веществ как благодаря ее аномальным свойствам, так и особой роли в функционировании живых систем. Способность молекул воды формировать разветвленную сетку водородных связей как в чистой воде, так и в растворах приводит к тому, что водные растворы некоторых веществ склонны к затвердеванию в аморфном состоянии [1]. В зависимости от вида растворенного вещества, его концентрации и скорости охлаждения, система затвердевает в полностью аморфном состоянии или в гетерогенном, включающем как кристаллическую, так и аморфную фазы.

В последнее время водные растворы оксиэтилированных производных глицерина (ОЭГ) используются как компоненты криозащитных сред для низкотемпературного консервирования биообъектов. Одним из критериев эффективности криопротектора является его способность препятствовать формированию льда. В связи с этим исследование склонности водных растворов криопротекторов к стеклообразованию является актуальным. Нами были построены диаграммы физических состояний водных растворов ОЭГ со степенью полимеризации $n = 5, 25$ и 30 на основании данных ДСК. Определены температурные и концентрационные диапазоны стабильных и метастабильных фаз. Построены концентрационные зависимости скачка теплопоглощения, отражающего переход системы или ее части из стеклообразного состояния в состояние переохлажденной жидкости. На основании анализа этих кривых можно сказать, что в области низких концентраций ОЭГ склонность к стеклообразованию у всех исследуемых систем отличается незначительно, в области средних концентраций возрастает с ростом n , а в области высоких концентраций, наоборот, уменьшается с ростом n .

Температура стеклования смеси может быть определена из эмпирической формулы [2]:

$$T_g = T_{g1}\omega_1 + T_{g2}\omega_2 + k\omega_1\omega_2,$$

где T_g – температура стеклования; ω_1, ω_2 – весовые фракции каждой из составных частей; k – константа пропорциональности, зависящая от входящих в состав смеси соединений.

Формула справедлива только в случае затвердевания системы в полностью аморфном состоянии. Для исследуемых систем были определены концентрационные диапазоны формирования полностью стеклообразного состояния и построены концентрационные зависимости температуры стеклования. Аппроксимация построенных зависимостей на нулевую концентрацию ОЭГ позволяет оценить температуру стеклования чистой воды, величину которой не удается на данный момент определить экспериментально в связи с невозможностью реализовать достаточно высокие скорости охлаждения.

Таким образом, все исследуемые системы склонны к стеклованию, однако количественно эта величина определяется как степенью полимеризации исследуемых веществ, так и их концентрацией в водном растворе.

[1] Water: A comprehensive treatise, Vol 7. Water and aqueous solutions at subzero temperatures / Edited by Felix Franks. Plenum Press, New York, 1982.

[2] Jenckel E., Hensch R. Die Erhiedrigung der Einfrien temperatur organisscher Glasser dursh Losungsmittel // Kolloid Zs. – 1953. – 130, No 2. – P .89-105.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ ИМИДАЗОФЕНАЗИНА МЕТОДАМИ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ И АВ ІNІТІО

Е.С. Заруднев, А.М. Плохотниченко, С.Г. Степаньян, В.А. Карачевцев

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

e-mail: zarudnev@ilt.kharkov.ua

В спектральном диапазоне $400\text{--}1700\text{ см}^{-1}$ получены ИК спектры красителя имидазофеназина в таблетке KBr и в низкотемпературной аргоновой матрице. Спектры были аппроксимированы суммой лоренцианов, в результате чего были определены частоты и интенсивности полос, наблюдаемых в спектрах. Были выполнены квантово-механические расчеты (методом DFT B3LYP, с базисным набором 6-31++G**) ИК спектров молекулы имидазофеназина. При сравнении положения и интенсивности экспериментальных полос, наблюдаемых в спектре имидазофеназина (таблетка KBr) и расчетных данных, для большинства наблюдаемых полос было поставлено в соответствие определенное колебание молекулы. Однако, для нескольких полос такое отнесение на основании данного расчета сделать не удалось. Поэтому в дальнейшем был измерен спектр исследуемого соединения в низкотемпературной аргоновой матрице, при таких соотношениях концентраций, когда молекула имидазофеназина находится в матрице в изолированной мономерной форме. При сравнении этого спектра с расчетным отмечается довольно хорошо соответствие между ними. Нам удалось для наиболее интенсивных полос, наблюдаемых в экспериментальном спектре, найти связь с определенным типом колебаний молекулы.

Для объяснения наблюдаемых расхождений между экспериментальным спектром микрокристаллов имидазофеназина в таблетке KBr и расчетным спектром был сделан ряд расчетов ИК спектров некоторых димеров имидазофеназина. При расчете проводилась оптимизация геометрии димеров, расчет энергий взаимодействия, частот и интенсивностей в ИК спектре. В результате, наиболее энергетически выгодной оказалась структура димера, в которой 2 молекулы находятся в плоскости и развернуты друг относительно друга на 180° и образуют водородную связь между атомами азота и водорода имидазольных колец. При сравнении расчетов, полученных для мономера и димера, были установлены сдвиги для некоторых полос, которые проявились в результате этой связи и проявляются в экспериментальном спектре. Так, например, колебания мономера на частотах 412, 620 и 1074 см^{-1} наблюдаются для димера на частотах 600, 793 и 1120 см^{-1} соответственно. Первые два из них соответствуют в основном колебаниям N-H группы, а третье обусловлено колебаниями C-H группы имидазольного кольца. Используя результаты расчета частот и интенсивностей полос димера в ИК спектре, были выполнено более полное соотнесение наиболее интенсивных полос, наблюдаемых в экспериментальных спектрах микрокристаллов имидазофеназина в KBr с определенными колебаниями.

ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КЛАСТЕР ДЛЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

И.П. Махненко, Н.Г. Стервеедов, С.Г. Яновская

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

Актуальность разработки, производства и применения инструментальных средств контроля психофизических и психофизиологических показателей состояния человека теоретически обоснована и практически доказана практикой их использования для решения широкого круга научных и практических задач.

Работа в сложных, а иногда в экстремальных условиях предполагает наличие определенных личностных качеств человека, пластичности нервной системы, адаптационных возможностей, хорошей памяти, быстрой реакции и умения принимать решения в условиях дефицита времени. Оценка профессиональной пригодности для выполнения тех или иных функциональных обязанностей является непростой задачей. Разработанный комплекс позволяет существенно облегчить эту задачу, т.к. сочетает в себе аппаратные и программные методы психофизиологического тестирования. Ценность данного комплекса заключается в том, что физиологические процессы, исследуемые с его помощью, лишены сознательного контроля, и поэтому, полученные результаты отличаются большой надежностью и достоверностью.

Созданный программно-аналитический кластер для психофизических (психофизиологических) исследований представляет собой связанные между собой выбранным интерфейсом (RS-485, USB, Ethernet) программно-технические средства в комплексе с ПК, выполняющие параллельно однотипные или разноплановые задачи по психофизическому тестированию, допускающие относительно простое техническое и программное расширение и обладающие возможностью распараллеливания решаемых задач.

Кластер включает в себя ряд микроконтроллерных модулей «Психо-тест» (пульты испытуемого). Схемы пультов реализованы на микроконтроллерах (однокристальных микроЭВМ), и, по сути, представляют собой специализированные компьютеры. Также каждый отдельный прибор «Психо-тест» можно использовать в автономном режиме. Для этого в ПЗУ микроконтроллера зашиты основные программные модули. Программное обеспечение включает интерфейс пользователя, драйвер обмена данными и базу данных для хранения, обработки и анализа экспериментальных данных, получаемых с помощью данного комплекса.

Кластер предназначен для использования в научных и практических исследованиях в центрах занятости населения, образовательных учреждениях, психологических центрах, силовых структурах, в спортивной медицине.

ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ СИНГУЛЯРНІСТЬ ЗОБРАЖЕНЬ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН

Ю. Я. Томка

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, Україна, 58012
e-mail: tomka.yuriy@gmail.com

Теоретично було проаналізовано методи виявлення поляризаційних сингулярностей зображень біологічних тканин (БТ) різної морфологічної будови. Експериментально досліджено координатні розподіли одно та двократно вироджених поляризаційних сингулярностей сукупності фізіологічно нормальних та патологічно змінених БТ.

В роботі [1] показано, що сингулярні точки оптичного поля формують його структуру, визначаючи в такий спосіб поляризаційні властивості. Тому, пошук умов формування поляризаційних сингулярностей біологічними об'єктами та експериментальне дослідження особливостей (статистична, стохастична чи фрактальна [2]) структури координатних розподілів поляризаційних сингулярностей БТ є основою можливості використання даної інформації в діагностиці їх фізіологічного стану.

Ефективність матричної моделі поляризаційних властивостей БТ теоретично обґрунтована та експериментально доведена в [3]. БТ представляється двокомпонентною аморфно-кристалічною структурою. Аморфна компонента є оптично ізотропна. Кристалічна (архітектоніка) компонента сформована оптично одноосними протеїновими фібрилами.

В якості об'єктів дослідження були обрані оптично тонкі ($\tau \leq 0.1$) гістологічні зрізи здорової та патологічно ураженої нирки (на ранній стадії колагенозу).

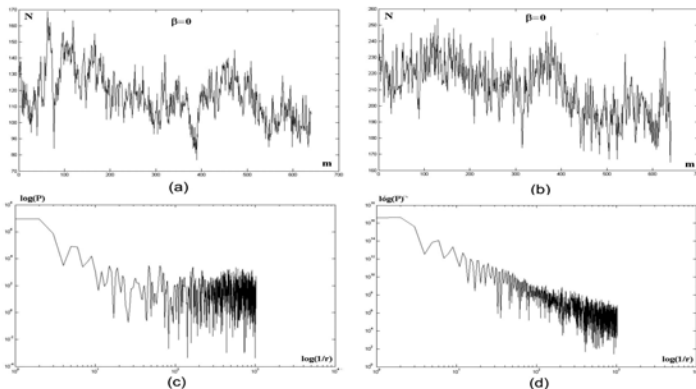


Рис. 1. Лінійна густина сингулярних точок поляризаційних зображень здорової (а) та патологічно зміненої (б) тканини нирки; (с) і (д) - log-log залежності спектрів потужності числа сингулярних точок поляризаційних зображень здорової та патологічно ураженої тканини нирки відповідно.

Було визначено, що координатна структура поляризаційних сингулярностей фізіологічно нормальної БТ є випадкова (статистична), а координатна структура патологічно зміненої БТ – самоподібна (фрактальна) (Рис. 1).

Було показано, що третій та четвертий статистичні моменти лінійної густини сингулярних точок (Табл. №1) є найбільш чутливими до змін оптико геометричної структури БТ.

Таблиця №1. Статистичні моменти 1-4-го порядку лінійної густини поляризаційних сингулярностей зображень нирки.

Tissue pattern statistics	Норма (37 зразків)	Паталогія (36 зразків)
M_N	$0.634 \pm 5\%$	$0.706 \pm 7\%$
σ_N	$0.198 \pm 4\%$	$0.149 \pm 6\%$
A_N	$2.689 \pm 12\%$	$21.75 \pm 15\%$
E_N	$3.8 \pm 14\%$	$46.8 \pm 18\%$

[1] Freund I., "Poincare vortices", Opt. Lett. 26, p. 996 – 1998, 2001.

[2] D.J. Whitehouse, "Fractal or fiction?", Wear 249, p. 345 – 353, 2001.

[3] O.V. Angelsky, A.G. Ushenko, Yu.A. Ushenko, Yu.Ya. Tomka, V.P. Pishak, "Polarization-correlation mapping of biological tissue coherent images", J. Biomed. Opt., 2005, 10, №6, 064025.

**ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ
РАЗЛИЧНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПОСЛЕ ШОКА, ВЫЗВАННОГО
ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЕМ**

Н.В. Шейкина¹, В.А. Бондаренко¹, Н.И. Богатина²

¹*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, г. Харьков, Украина, 61075*

²*Физико-технический институт низких температур НАН Украины,
пр. Ленина, 47, г. Харьков, Украина, 61100
e-mail: Sheykina@ukr.net, bogatina@ilt.kharkov.ua*

Существует довольно много работ, которые показывают на влияние комбинированного магнитного поля на восстановление биологических свойств объектов, подвергнутых негативному воздействию каких-либо внешних факторов. Однако эти результаты часто плохо согласуются между собой.

Для того чтобы достичь воспроизводимости полученных результатов, использовали методику экранирования внешнего магнитного поля и искусственного создания внутри рабочего объема магнитного поля с заданными магнитными характеристиками.

В качестве биологических объектов использовали растительные объекты и грену тутового шелкопряда, т.к. они имеют достаточно малые размеры.

Показано, что длительное воздействие комбинированного магнитного поля, переменная составляющая которого была настроена на циклотронную частоту ионов кальция, на различные биологические объекты, подвергшиеся предварительному шоку переохлаждения, приводит к существенному увеличению регенерации организмов как растительного, так и животного происхождения.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АМИЛОИД-СПЕЦИФИЧЕСКОГО КРАСИТЕЛЯ CONGO RED С МЕМБРАНАМИ

Е.В. Добровольская, А.В. Юдинцев, О.К. Захаренко, В.М. Трусова, Г.П. Горбенко

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

В последнее время возрастает внимание к явлению аномальной белковой агрегации в связи с его участием в этиологии так называемых конформационных болезней, включая нейрологические нарушения, диабет II типа, прионовые болезни и т.д. Проблема патологической агрегации тесно связана с проблемой неправильного сворачивания белковых молекул. Предполагается, что структурные переходы полипептидной цепи, сопровождающиеся образованием частично свернутой конформации, являются необходимой предпосылкой для образования фибрилл. Фактором, способным инициировать такие переходы *in vivo*, является адсорбция белков на поверхности клеточных мембран. Липидный бислой, как основной структурный элемент биологических мембран, может выступать катализатором фибриллогенеза. Для детектирования патологических агрегатов белков (амилоидных фибрилл) широко применяются спектроскопические методы, основанные, в частности, на измерении дифференциальных спектров амилоид-специфических красителей, главным образом, Congo Red (CR). Однако, идентификация фибриллярных структур в белок-липидных системах может осложняться способностью данного красителя образовывать комплексы не только с агрегатами белков, но и с липидами. В связи с этим важно оценить вклад данного эффекта красителя в наблюдаемый спектральный ответ.

Цель данной работы заключалась в исследовании природы взаимодействия Congo Red с модельными липидными мембранами. Было изучено связывание CR с четырьмя типами липидных везикул, приготовленных из цвиттерионного липида фосфатидилхолина (ФХ) и его смесей с анионным липидом кардиолипином, катионным детергентом цетилтриметиламмонийбромидом (ЦТАБ) и холестерином (Хол).

Обнаружено, что CR может эффективно взаимодействовать с ФХ, ФХ:Хол и ФХ:ЦТАБ бислоями. Наблюдаемые сдвиги максимума абсорбции свидетельствуют о способности красителя проникать в полярную область незаряженных модельных мембран. Вместе с тем, CR практически не связывался с отрицательно заряженными мембранами. Дифференциальный спектр липид-связанного красителя характеризуется максимумом поглощения на длине волны 524 нм, в отличие от максимума в спектре амилоид-связанного красителя (545 нм). Этот факт, наряду с нечувствительностью спектров поглощения CR к присутствию отрицательно заряженных липосом, позволяет использовать этот краситель для детектирования амилоидных агрегатов, индуцируемых анионными липидами. Однако, при наличии в системе нейтральных или положительно заряженных мембран необходимо принимать во внимание возможность связывания CR с липидами, что проявляется в возникновении характерного экстремума в дифференциальных спектрах красителя.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНГО КРАСНОГО С БЕЛКАМИ

О.К. Захаренко, В.М. Трусова, О.А. Стриха, Р.В. Деркач

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

Известно, что целый ряд так называемых конформационных болезней (трансмиссивные губчатые энцефалопатии, болезни Альцгеймера, Паркинсона и др.), связаны с образованием и накоплением в органах и тканях различных агрегатов неправильно свернутых белков. В большинстве случаев неправильно свернутые белки взаимодействуют друг с другом за счет гидрофобных сил и образуют крупные амилоидные агрегаты, построенные из множества мономеров, имеющих преимущественно β -складчатую структуру. Амилоидные фибриллы можно обнаружить несколькими способами, включая анализ флуоресценции Тиофлавина Т (ThT), двулучепреломление и спектрофотометрический анализ Конго Красного (CR). При использовании этих веществ следует учитывать тот факт, что данные красители могут взаимодействовать не только с фибриллярными структурами, но и с мономерами белков. Принимая это во внимание, в данной работе было изучено взаимодействие CR с рядом белков, включая гемоглобин (Hb), рибонуклеазу А (RNase) и человеческий сывороточный альбумин (HSA). Формирование комплексов CR и с нативными, и с денатурированными формами белков сопровождалось длинноволновым сдвигом (около 10 нм) максимума поглощения, что может быть следствием перемещения хромофора в менее полярное окружение. Были определены параметры комплексообразования CR с нативными белками – константа ассоциации (K_b) и число мест связывания (n) – которые составили: K_b – $2.6 \times 10^5 \text{ M}^{-1}$, $2.7 \times 10^5 \text{ M}^{-1}$, $5.1 \times 10^5 \text{ M}^{-1}$, n – 1.45, 2, 2.05 для Hb, RNase и HSA, соответственно.

Дифференциальные спектры поглощения CR, связанного с нативным, и денатурированным Hb, характеризуются схожими максимумами, но разной формой. Одной из причин этих различий может быть образование фибриллярных структур Hb. Термическая денатурация Hb сопровождалась изменением формы изотермы связывания CR с Hb от гиперболической к сигмоидальной. Этот эффект можно объяснить предпочтительным взаимодействием красителя с агрегированными белками. Предположительно, есть два центра связывания CR, расположенных на мономерах и агрегатах Hb, соответственно. Степень олигомеризации возрастает при увеличении концентрации белка. Следовательно, число различных центров связывания зависит от концентрации белка. Согласно возможной модели расположения CR на молекуле Hb, молекула красителя находится в гидрофобной впадине между Лиз16 и Лиз60, которые служат для закрепления отрицательно заряженных групп CR.

При связывании CR с денатурированной RNase наблюдалось осаждение белка. Это может быть объяснено способностью CR вызывать агрегацию белков, не связанную с формированием фибрилл. Вероятно, электростатические взаимодействия между отрицательно заряженным CR и положительно заряженной RNase частично нейтрализуют заряд белка, создавая благоприятные условия для белок-белковых взаимодействий.

- [1] Nilsson M.R. // *Methods*. – 2004. – V. 34. – P. 151-160.
- [2] Krebs M.R.H., Bromley E.H.C., Donald A.M. // *J. Struct. Biol.* – 2005. – V. 149. – P. 30-37.
- [3] Serpell L.C. // *Biochim. Biophys. Acta.* – 2000. – V. 1502. – P. 16–30.
- [4] Makin O.S. // *Proc. Natl. Acad. Sci.* – 2005. – V. 102. – P. 315-320.
- [5] Uversky V. and Fink A. // *Biochim. Biophys. Acta.* – 2004. – V. 1698. – P. 131-153.
- [6] Carter D.B. and Chou K.C. // *Neurobiol. Aging.* – 1998. – V. 19. – P. 37-40.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ МАГНИТНЫХ ШУМОВ НА АМПЛИТУДУ И СПЕКТР ГЕНЕРИРУЕМОГО РАСТЕНИЯМИ В ПРОЦЕССЕ ИХ РОСТА МАГНИТНОГО ШУМА И НА ГРАВИТРОПИЧЕСКУЮ РЕАКЦИЮ КОРНЕЙ РАСТЕНИЙ

Н.В. Шейкина¹, Н.И. Богатина², В.А. Бондаренко¹

¹*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, г. Харьков, Украина, 61075*

²*Физико-технический институт низких температур НАН Украины,
пр. Ленина, 47, г. Харьков, Украина, 61100
e-mail: Sheykina@ukr.net, bogatina@ilt.kharkov.ua*

Давно известно, что внешнее магнитное поле и его флуктуации (в частности, магнитные бури) существенно влияют на многие живые организмы, начиная от простейших водорослей и до человека и животных.

Целью настоящей работы было непосредственно зарегистрировать излучение, генерируемое в процессе роста модельным биологическим объектом (в его качестве использовали растительные объекты ввиду их малого размера) и исследовать влияние уровня внешнего магнитного шума как на амплитуду и спектр генерируемого шума, так и на гравитропическую реакцию.

Для получения хорошо воспроизводимых магнитных условий эксперимента применяли экранирующую аппаратуру, в том числе сверхпроводящий магнитный экран с теплым рабочим объемом. Магнитное поле с заданным уровнем его магнитных шумов создавали внутри экрана искусственным путем. В случае экранирования внешнего поля пермаллоевым экраном – с помощью соленоидов, в случае сверхпроводящего экрана – путем замораживания остаточного магнитного поля при его охлаждении.

Магнитные условия в течение эксперимента постоянно контролировались с помощью феррозондового и СКВИД – магнитометров.

Экспериментально было обнаружено увеличение магнитных шумов внутри экрана за счет генерации магнитного шума прорастающими зерновками пшеницы и семенами кресс-салата. Исследовался спектр генерируемых растениями магнитных шумов при различных уровнях магнитного шума искусственно создаваемого внутри экрана магнитного поля.

Обнаружено, что вид этого спектра существенно зависит от амплитуды внешнего магнитного шума и при превышении им определенного уровня в спектре шумов, излучаемых биообъектом, возникают определенные частотные максимумы в области низких частот. Причем, здесь необходимо отметить, что положение этих максимумов хорошо совпадает с циклотронными частотами. Т.е. наблюдается некое явление, подобное эффекту Либова, но обратное ему.

Исследовано изменение формы линии зависимости биологического эффекта от соотношения амплитуды переменной составляющей комбинированного магнитного поля к постоянной составляющей от уровня внешних магнитных шумов. Показано, что эта форма существенно зависит от уровня внешних магнитных шумов уже при амплитуде $5 \text{ нТл/Гц}^{0.5}$ она существенно изменяется. Наблюдаемое явление необходимо учитывать при интерпретации экспериментальных результатов.

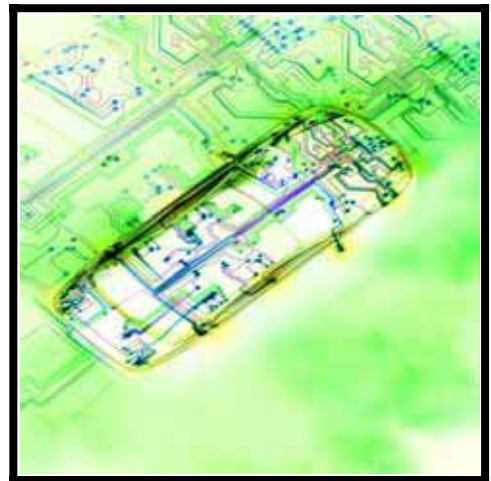
ВЛИЯНИЕ ЛАНТАНИДОВ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ МОДЕЛЬНЫХ МЕМБРАН ПО ДАННЫМ МЕТОДА ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ ЗОНДОВ

А.В. Юдинцев¹, В.М. Трусова¹, Г.П. Горбенко¹, Т. Делигеоргиев², А. Васильев², Н. Гаджиев²

¹*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, г. Харьков, Украина, 61077*

²*Отдел прикладной органической химии, Химический факультет, Софийский университет,
г. София, Болгария, 1164
e-mail: vtrusova@yandex.ru*

Липосомы, сферические замкнутые структуры, сформированные из одного или нескольких concentрических липидных бислоев, в настоящее время широко используются для создания нанопереносчиков различных фармакологических препаратов. Интенсивное применение липидных везикул для доставки лекарств обусловлено множеством их преимуществ, включая биологическую совместимость, способность к полному разложению в организме, нетоксичность, способность переносить как гидрофильные, так и липофильные лекарства и защищать их от химической деградации и трансформации, повышенный терапевтический индекс препаратов, гибкость в сопряжении со специфическими лигандами, улучшение фармакокинетических и фармакодинамических профилей по сравнению со свободными лекарствами, уменьшение побочных эффектов и т.д. В частности, важное значение имеет развитие липосомальных форм новых классов противоопухолевых лекарств с альтернативными механизмами цитотоксического действия [1]. Один из таких классов представлен координационными комплексами лантанидов, обладающими высоким цитостатическим потенциалом. Цель данной работы заключалась в исследовании влияния двух недавно синтезированных координационных комплексов Eu(III), V3 и V4, на структурное состояние модельных липидных мембран, состоящих из цвиттерионного липида фосфатидилхолина (ФХ) и его смесей с холестерином (Хол). В качестве показателя модифицирующего влияния препаратов на физико-химические свойства мембран использовали спектральные характеристики флуоресцентного зонда пирена, чувствительные к изменению полярности микроокружения зонда и скорости его латеральной диффузии в мембране. Отношение интенсивностей мономерных пиков на длинах волн 374 и 384 нм, зависящее от степени гидратации бислоя, оставалось практически неизменным при ассоциации V3 и V4 со всеми типами липидных везикул. Это дает возможность предположить, что данные соединения не влияют на распределение мономеров пирена и не оказывают влияния на полярность ФХ и ФХ:Хол липидных бислоев. Напротив, формирование комплексов V3 и V4 с липидами сопровождалось изменениями степени эксимеризации пирена (Е/М, отношения интенсивностей флуоресценции эксимеров (485 нм) и мономеров (394 нм)), параметра, который зависит от скорости латеральной диффузии зонда внутри мембраны. В частности, включение V3 и V4 в ФХ бислоем приводило к возрастанию величины Е/М, что указывает на увеличение свободного объема мембраны и уменьшение плотности упаковки липидных молекул. Однако, при связывании координационных комплексов европия с ФХ:Хол везикулами наблюдались неоднозначные изменения Е/М. В частности, в присутствии V3 параметр Е/М уменьшался в мембранах с низким (10 мол%) и высоким (60 мол%) содержанием холестерина и увеличивался в липосомах, содержащих 30 мол% холестерина, тогда как V4 оказывал противоположное действие. Очевидно, эти эффекты обусловлены балансом двух конкурирующих процессов – влиянием лекарств на структурное состояние бислоя и модифицирующим воздействием холестерина на гидрофобную область мембраны [2]. Противоположные изменения Е/М, вызванные V3 and V4, по-видимому, связаны с различиями в их химической структуре. В целом, полученные результаты свидетельствуют об эффективном включении комплексов европия в липидную фазу ФХ и ФХ:Хол модельных мембран.



Пленарні доповіді

Біофізика

**Мікрохвильова та
Твердотільна Електроніка**

Радіофізика Твердого Тіла

Оптика та Фотоніка

**Теор. та Експериментальна
Електродинаміка
Радіолокація та Дистанційне
Зондування**

ДОСЛІДЖЕННЯ КВАЗІНЬЮТОНІВСЬКОГО АЛГОРИТМУ ПРИСКОРЕННОГО ПОШУКУ ПЕРІОДИЧНИХ РЕЖИМІВ

М.О. Баран, І.О. Хвищун

Львівський національний університет імені Івана Франка, факультет електроніки м. Львів,
вул. Ген. Тарнавського, 107/236. [e-mail: bmo_83@mail.ru](mailto:bmo_83@mail.ru)

Моделювання нелінійних високодобротних неавтономних електронних схем з використанням традиційних чисельних методів вимагає значних затрат машинного часу на розрахунок перехідного процесу, який, за високих значень добротності контура, може тривати багато десятків періодів вхідного сигналу. В зв'язку із накопиченням похибок під час інтегрування великої кількості періодів, отримати та проаналізувати встановлений режим, із заданою точністю, є неможливо. Зважаючи на ці обставини, при дослідженні високодобротних схем використовують методи прискореного пошуку періодичних режимів, які розраховують періодичний режим оминаючи перехідний процес. Ці методи прийнято поділяти на градієнтні, екстраполяційні та квазіньютонівські. Їхньою задачею є визначення вектора початкових умов, який відповідає періодичному режиму.

Дослідження показали, що в підсистемах моделювання, які використовують неявні чисельні методи, оптимальним є використання квазіньютонівських алгоритмів, оскільки для їхньої роботи можна використати інформацію, отриману при інтегруванні рівнянь математичної моделі.

У доповіді представлено результати дослідження алгоритму, в основі якого лежать ідеї Ейпріла-Тріка [1]. Він працює у парі з алгоритмом розв'язання задачі Коші неявним методом Ейлера [2] для математичної моделі, яка побудована у координатному базисі змінних стану:

$$\frac{dX}{dt} = f(X, t) \quad (1)$$

Таке представлення математичної моделі забезпечує її мінімальний розмір та відкритість до застосування усіх класів чисельних методів.

Прогноз вектора початкових умов X_0 , який відповідає періодичному режиму математичної моделі (1) з періодом T , виконувався згідно ітераційного процесу:

$$X_0^{(k+1)} = X_0^{(k)} - [E - \frac{dX(X_0^{(k)}, T)}{dX_0^{(k)}}]^{-1} \cdot [X_0^{(k)} - X(X_0^{(k)}, T)] \quad (2)$$

де k – номер ітерації, E – одинична матриця. Вираз (2) отримано в результаті застосування методу Ньютона до рівняння нерухомої точки:

$$X_0 - X(X_0, T) = 0 \quad (3)$$

У розробленому програмному забезпеченні матриця переходу стану обчислюється автоматично. Точність обчислень та незмінність від періоду до періоду умов її отримання відіграють дуже важливу роль в забезпеченні якості прогнозу вектора змінних стану. У зв'язку з цим використано спеціальний алгоритм вибору кроку інтегрування h системи (1), який забезпечує максимально точний вихід на кінець періоду T , і повторення закону вибору та зміни кроку h на наступних періодах [3].

За теорією збіжність квазіньютонівських алгоритмів є квадратичною. Дослідження показали, що ця збіжність у значній мірі залежить від вибору початкових умов, що привело до необхідності введення демпфуючого коефіцієнта у формулу (2). У доповіді наведені результати досліджень алгоритму пошуку періодичних режимів електронних схем різної складності.

- [1] Т.Д. Ейпрілл, Т.Н. Трик. Анализ стационарного режима нелинейных цепей с периодическими входными сигналами // ТИИЭР, Т. 60. – с. 148-150. (1972)
- [2] Хвищун І.О. Програмування і математичне моделювання: Підруч.- К.: Вид. Дім "Ін Юре", 2007. -544 с.
- [3] Синицький Л.А., Хвищун І.А. Численные эксперименты по исследованию алгоритмов ускоренного поиска периодических режимов // Теоретическая электротехника: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – Львов, 1983. – Вып. 35. – с. 75-78.

АДИАБАТИЧЕСКИЕ ИНВАРИАНТЫ ДВИЖЕНИЯ В МАЗЕРЕ НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ

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*

Мазерами на свободных электронах (МСЭ) называют устройства с криволинейными электронными пучками, работающие в условиях сильного доплер-эффекта [1]. Практическая реализация таких устройств обычно следующая: (слабо)релятивистский электронный пучок, распространяется вдоль волноводной структуры в неоднородном магнитном поле накачки: пространственно-периодическое поперечное (ондуляторное) и однородное продольное магнитное поле. МСЭ способны усиливать и генерировать электромагнитное излучение почти во всем спектре: от радиоволн до рентгеновского диапазона. Такая уникальная способность МСЭ вызывает повышенное к нему внимание как к перспективному источнику когерентного излучения в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах. Несмотря на относительно невысокий КПД (<20%), достигаемая мощность может быть очень большой (до нескольких ГВт) за счет использования широких (до 140 см) ленточных электронных пучков [2].

Построение теории электронно-волнового взаимодействия в МСЭ продолжается с начала 80-х гг. прошлого века, но достигнутые на этом пути успехи частичны. Сложность анализа МСЭ связана с достаточно сложной (по сравнению с другими СВЧ приборами) динамикой электронов в магнитном поле накачки. Так, например, даже в отсутствии высокочастотного поля происходит стохастизация электронов при определенных параметрах системы [3]. В тоже время ясно, что без глубоко физического понимания динамики электронов в магнитном поле накачки невозможно построение самосогласованной нелинейной теории МСЭ. Поэтому в данной работе, основываясь на строгих выражениях для траекторий электронов, проводится построение переменных действие-угол для нелинейной системы – электрон в магнитном поле накачки планарного МСЭ. Изучаемая нелинейная система является неинтегрируемой, поэтому действия вычислены приближенно с помощью первого инварианта Пуанкаре и неприводимых контуров инвариантного тора, на который наматывается условно-периодическая траектория движения в движущейся системе отсчета.

Известно, что переменные действия являются почти адиабатическими инвариантами, то есть эти величины для большинства начальных условий сохраняются при медленном изменении параметров. Практическая значимость адиабатических инвариантов состоит в том, что они создают принципиальную возможность найти закон оптимального нарастания магнитного поля входной секции ондулятора, и определить условие оптимального профилирования ондулятора с целью увеличения КПД посредством обеспечения длительного синхронизма электронов с высокочастотным полем. Также, основываясь на резонансной теории возмущений, с помощью переменных действие-угол, по-видимому, можно построить аналитическую нелинейную теорию планарного МСЭ с учетом двойного нелинейного резонанса: резонанс частица-ВЧ волна и резонанс частица-магнитное поле накачки.

- [1] *O'Shea P.G., Freund H.P.* Free-Electron Lasers: Status and Applications // Science. - 2001. - 292, N. 8. - P. 1853-1858.
- [2] *Аржанников А.В., Гинзбург Н.С. и др.* Исследование генерации миллиметрового излучения в планарном мазере на свободных электронах с комбинированным брэгговским резонатором. // Вестник НГУ, серия: физика. - 2006. - 1, вып. 2, стр. 71-81.
- [3] *Goryashko V., Ilyenko K.* Ubitron under magnetostatic resonance regime // MSMW 2007, - 2, P. 647-649, Kharkov, Ukraine.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИОННО-ЛУЧЕВОГО ОСАЖДЕНИЯ УЛЬТРАТОНКИХ ПЛЕНОК НИТРИДОВ И ОКСИНИТРИДОВ МЕТАЛЛОВ

А.В. Деревянко¹, М.Ю. Силкин¹, А.Н. Стервоедов^{1,2}

¹*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61077 Харьков, Украина*

²*Научный физико-технологический центр МОН и НАН Украины
пл. Свободы, 6, 61022 Харьков, Украина.
e-mail: derevyanko@pht.univer.kharkov.ua*

Процесс синтеза пленок наноразмерной толщины связан с жесткими требованиями, предъявляемыми к качеству структуры получаемых пленок, их стехиометрии, наличию примесей и стабильностью характеристик. Он должен обладать малой инерционностью и возможностью управления параметрами напыления для достижения повторяемости геометрических и физико-химических характеристик пленок, обладать возможностью предварительной обработки и очистки поверхности непосредственно перед осаждением для предотвращения появления нежелательных соединений и структур на границе раздела пленка-подложка. К перспективным методам синтеза тонких пленок, отвечающим вышеперечисленным требованиям, относится метод ионно-лучевого распыления материалов и их осаждение на подготовленную подложку в контролируемой вакуумной среде [1]. В результате ионного распыления относительно высокая энергия частиц, эмитируемых мишенью и воздействующих на поверхность при конденсации, существенно влияет на процессы зарождения, роста, формирования и результирующие характеристики пленки [2,3]. К важным преимуществам метода ионно-лучевого распыления следует также отнести возможность использовать один источник для очистки поверхности подложки, распыления нескольких мишеней различного состава, а также для ионного стимулирования процесса синтеза [4].

Напыление стабильной ультратонкой сплошной пленки заданной стехиометрии и толщины ионным распылением – это многопараметрическая и нетривиальная задача, которая может быть решена только при жестком контроле режимов работы экспериментальной или технологической установки и программном управлении параметрами процесса синтеза. Целью настоящей работы являлось создание комплексной системы мониторинга, управления и стабилизации процесса ионно-лучевого осаждения, а также оптимизация параметров получения наноразмерных нитридных и оксинитридных пленок и наногетероструктур на основе титана и хрома. В докладе представлены как структурная схема разработанной микропроцессорной системы мониторинга, управления и стабилизации процесса осаждения, принципиальные схемы отдельных её блоков, так и результаты полученных нитридных и оксинитридных пленок титана и хрома наноразмерной толщины.

- [1] A.Styervoyedov, V.Farenik. Formation of Ti and TiN ultra-thin films on Si by ion beam sputter deposition // Surface Science.–600 (2006).– P. 3766–3769.
- [2] S.M. Rossnagel, J.J. Cuomo. Film modification by low energy ion bombardment during deposition // Thin Solid Films.–1989.–171.–P. 143-156.
- [3] N. Popovic et al. TiN thin films deposited by ion beam sputtering: effects of energetic particles bombardment // Thin Solid Films.–2004.–V. 459.–P. 286-291.
- [4] Ф.Ф. Комаров и др. Экспериментальная установка с одним ионным пучком и новый метод одновременного осаждения слоев металлов и имплантации // Журнал технической физики.–2003.–том 73, вып. 5.–с.109-114.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ВАРИСТОРОВ СОДЕРЖАЩИХ ОКСИД БОРА

А.В. Иванченко

*Украинский государственный химико-технологический университет
49005, Днепропетровск, просп. Гагарина, 8
e-mail: ivanchenkoAV@ukr.net*

Одной из проблем, связанной с совершенствованием производства металлоксидных варисторов, является изучение процессов деградации их электрических свойств в условиях длительного протекания электрического тока (плотности J_d), что проявляется в уходе классификационного напряжения $\Delta U_c/U_{c0}$, снижении коэффициента нелинейности β вольт-амперной характеристики, изменении температурного коэффициента напряжения (ТКН) [1, 2]. Однако, до настоящего времени оценка роли того или иного механизма деградации и его связи с химическим составом варисторов затруднены, что обусловлено, в известной мере, отсутствием необходимой повторяемости экспериментальных результатов и общей недостаточной исследованностью физических процессов, ответственных за деградацию варисторных свойств оксидной варисторной керамики.

В настоящей работе приведены сравнительные результаты (табл. 1) исследований кинетики изменения основных электрических параметров металлоксидных варисторов с отсутствием (I) и наличием (II) добавки оксида бора.

Таблица 1

Состав	Время деградации, ч	J_d , мА/см ²	Направление измерения относительно J_d	$\Delta U_c/U_{c0}$, %	β/β_0	ТКН, %/К
I	150	0,02	Совпадающее	-1,4	0,55	–
			Противоположное	-4,1	0,17	–
	500	0,1	Совпадающее	-1,4	0,24	-0,02
			Противоположное	-4,3	0,06	-0,07
	1000	0,02	Совпадающее	-1,8	0,33	–
			Противоположное	-7,7	0,097	–
II	150	0,4	Совпадающее	3,4	0,95	0,09
			Противоположное	1,6	0,85	0,09
	500	1,6	Совпадающее	3,2	0,89	0,01
			Противоположное	0,6	0,79	0,008
	500	0,4	Совпадающее	3,7	0,95	–
			Противоположное	1,9	0,81	–
500	1,6	Совпадающее	3,5	0,85	–	
		Противоположное	0,6	0,75	–	

Как следует из таблицы, в исследованном диапазоне времен деградации увеличение J_d практически не влияет на уменьшение классификационного напряжения U_c , приводит к значительному уменьшению коэффициента нелинейности β (в 2 раза и более) и отрицательному ТКН для состава варисторов (I). А для состава (II) рост J_d практически не влияет на возрастание U_c в направлении тока деградации J_d . В направлении противоположном J_d наблюдается тенденция снижения ухода U_c , незначительно уменьшается величина β , а ТКН – положительный. Увеличение длительности протекания J_d ведет к усилению описанных тенденций для обоих составов.

- [1] Gupta T. K., "Application of Zinc Oxide Varistors" // *Journal of the American Ceramic Society*, vol. 73, no. 7, -P. 1817-1840, 1990.
- [2] Тонкошкур А. С., Ляшков А. Ю., Гомилко И. В., Иванченко А. В., "Влияние длительного протекания электрического тока на распределение донорной примеси в керамике на основе ZnO" // *Неорганические материалы*, - т. 36, №7. - с. 892-896, 2000.

**ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ
ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЫ**

В.А. Коваль, М.О. Малахова, Н.Г. Стервиедов

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4
e-mail: mmo88@mail.ru*

Исследование явлений, происходящих в плазме, представляет интерес не только как направление фундаментальных исследований, позволяющих глубже осознать основы построения материи, но и в связи с сугубо практическими целями, в первую очередь для получения управляемой термоядерной реакции. Управляемый термоядерный синтез, магнитогидродинамическое преобразование тепловой энергии в электрическую, вакуумно-плазменные технологии обработки материалов для придания им новых уникальных свойств требуют создания и использования современных средств диагностики и управления. Актуальной является задача разработки устройств оптической диагностики - бесконтактного дистанционного метода определения параметров газоразрядной плазмы. Информационно-измерительные системы, созданные ранее, сегодня не удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к современному физическому эксперименту ни в аппаратной, ни, особенно, в программно-аналитической части оборудования.

Цель работы состоит в разработке современного компьютерного информационно-аналитического комплекса, позволяющего решать задачи, связанные с оптической диагностикой газоразрядной плазмы с учетом последних тенденций сбора, хранения и обработки информации.

Программно-технический комплекс организован на базе монохроматора МДР-23, предназначенного для проведения спектральных исследований источников и приемников излучения, работающих в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра. Сбор, предварительная обработка измерительной информации и управление сканированием спектра реализованы на разработанном программируемом логическом контроллере, ядром которого является микроконвертер ADuC812 (Analog Devices) [1]. Характеристики микропроцессора обеспечивают достаточное быстродействие, простоту включения и приемлемое соотношение цена-качество.

В результате выполнения настроечных работ на комплексе исследован процесс получения информации о плотности ионов, температурах ионной и электронной компонент и других параметров плазмы дугового и тлеющего разрядов. В настоящее время аппаратные и программные части комплекса адаптируются для задач исследования дугового разряда при отработке технологии получения фуллеренов, оптической спектрометрии фуллеренов и других нанобъектов на основе углерода. Комплекс также предполагается использовать для проведения лабораторных работ по оптической диагностике плазмы, в том числе и с удаленным дистанционным доступом [2].

[1] User manual Analog Devices ADuC812. 2003.

[2] Веб-сайт МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://lud.bmstu.ru/indus>.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ КЛАССА F С РАСШИРЕННОЙ РАБОЧЕЙ ПОЛОСОЙ ЧАСТОТ

В.А. Коваленко^{1,2}, В.Г. Крыжановский¹,
В.В. Марченко², Д.В. Бабко²

¹Донецкий национальный университет
83055, г. Донецк, ул. Университетская, 24

²Открытое акционерное общество
"Специальное конструкторское бюро радиотехнических приборов"
83012, г. Донецк, ул. Соколиная, 1а
e-mail: djedy@mail.ru

Проблема получения высокого КПД усилителей в СВЧ диапазоне является одной из наиболее актуальных в сфере вопросов, рассматриваемых микроволновой электроникой. Не смотря на большие достижения в этой области, существует еще много проблем, требующих решения. Одной из таких проблем является резонансный характер выходной цепи усилителя, работающего в классе F, который уменьшает рабочий диапазон усилителя. Цепь обеспечивает необходимый режим (чисто активное сопротивление на основной частоте, короткое замыкание на четных гармониках и холостой ход на нечетных), который для класса F уже описан в большом количестве литературы, в частности, в [1], только на одной частоте, рабочей, на которой и наблюдается высокий КПД, а при отстройке из-за нарушения согласования КПД падает.

В работе был проведен расчет, моделирование и экспериментальное исследование СВЧ усилителя класса F на ПТШ CLY5, выходная цепь которого обеспечивает высокий КПД в диапазоне частот. Главными достоинствами данного класса являются простота расчета параметров и реализации выходной цепи, высокий КПД, возможность реализации данного усилителя в СВЧ диапазоне. Методика, приведенная в [2], позволяет учитывать при расчете выходной цепи параметры нелинейного прибора для получения более высокого КПД.

Один из путей решения исследуемой проблемы, как указано в [3], это реализовать такую выходную цепь, входной импеданс которой на основной частоте, а по возможности, и на гармониках, находился бы вблизи оптимальных для класса F значений нагрузок.

Для нахождения параметров такой выходной цепи была составлена и численно решена система нелинейных уравнений, которые связывают параметры цепи на нужных частотах с оптимальными значениями, рассчитанными по [2]. Найденные значения были пересчитаны в геометрические параметры топологии платы (волновые сопротивления и длины согласующих шлейфов и трансформирующих линий).

По расчетным данным был изготовлен, настроен и экспериментально исследован усилитель с рассчитанной выходной микрополосковой цепью. Полученные экспериментальные зависимости для выходной мощности и КПД совпадают с рассчитанными теоретическими. В рабочем диапазоне усилитель обеспечивает максимальный стоковый КПД 62% на частоте 1,05 ГГц при напряжении питания 5 В.

- [1] Крыжановский В.Г. Транзисторные усилители с высоким КПД. Донецк: Апекс, 2004. – 448 с.
- [2] Colantonio P., Giannini F., Leuzzi G., Limiti E. On the Class-F power amplifier design// Int. J. RF and Microwave CAE.–V.9.-1999.– P.129-149.
- [3] Коваленко В.А., Принцовский В.А. Расширение рабочей полосы усилителя класса F / Праці наукової конференції професорсько-викладацького складу Донецького національного університету за підсумками науково-дослідної роботи за період 2005-2006 рр.(Секція фізичних і комп'ютерних наук) (18-24 квітня 2007 р.) Донецьк, ДонНУ.– 2007.С. 106-107

РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИН ВАКУУМНО-ОСАЖДЕННЫХ ТОНКИХ ПЛЕНОК

А.В. Кузьмин, А.С. Посухов, В.Е. Семененко

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

Тонкие пленки, наносимые на металлические и неметаллические материалы, позволяют существенно улучшать их свойства. Они используются для изучения структурных изменений, наблюдаемых в них при имплантации (радиационное материаловедение), создания наноструктур различных нанообъектов, изучения процессов диффузии в конструкционных материалах (абсорбционный метод), получения гетероструктур, применяемых в новейших областях микроэлектроники. Практически во всех случаях необходим тщательный контроль толщины получаемых пленок.

Известны различные методы определения толщины пленок (акустический, электросопротивления, металлографический). В данной работе разработана структурная схема вакуумного напыления тонких пленок и отработан резонансный метод контроля текущей толщины пленки, скорости напыления, абсолютной частоты датчика, изменения частоты при послойном напылении.

В качестве объекта исследования были выбраны пленки никеля (чистотой 99,98), напыляемые в вакууме ниже 10^{-3} Па, на металлическую подложку путем испарения из твердой фазы при температурах 1050-1500 К. При напылении Ni на кварцевый датчик за счет изменения массы изменяется его резонансная частота $\Delta f \propto M$. Эксперимент заключался в определении толщины осажденных пленок по относительному изменению резонансной частоты кварцевого датчика. Резонатор представляет собой тонкую пластину кварца, к обеим поверхностям которой подведены электрические контакты. Такой резонатор включается в электронную схему генератора. Приложение переменного электрического поля приводит к возникновению колебаний кварцевой пластины по толщине. Получена зависимость изменения частоты кварцевого датчика от толщины пленки, меняющейся в пределах от 10 до 100 нм. Точность определения толщины пленок определялась погрешностью аналитических весов и кварцевого измерителя толщины. Расшифровка электрофонограмм показала, что структура пленки соответствует необходимому металлическому никелю (ГЦК, $a=0,352$ нм).

Получена кривая зависимости толщины плёнки Ni от изменения резонансной частоты кварцевого кристалла, которую можно использовать для контроля толщины пленок в ходе послойного напыления. С помощью компьютерного моделирования получена теоретическая кривая зависимости толщины плёнки Ni от изменения резонансной частоты кварцевого кристалла хорошо согласующаяся с экспериментальными данными.

[1] *Азаренков Н.А., Литовченко С.В., Семененко В.Е., Стервиедов Н.Г., Посухов А.С.* Моделирование диффузионных процессов и экспериментальное определение параметров диффузии в конструкционных материалах с использованием радиоактивных изотопов. // ВАНТ. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение», Харьков.- 2007.- С. 86-91.

[2] *А.С. Посухов, В.Е. Семененко, Н.Г.Стервиедов.* Методика определения диффузионных параметров в гетерофазных материалах. // Радиофизика и электроника. –Харьков: Ин-т радиофизики и электроники НАН Украины.- 2007.-Статья в печати.

ДВОКОНТУРНА МОДИФІКАЦІЯ ХАОТИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА ЧУА

М.Я. Кушнір, В.Б. Русин,

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича
58000, м. Чернівці, вул. Сторожинецька, 109
e-mail: kushnirnick@gmail.com

Хаотичний генератор Чуа, який є базовою моделлю для генераторів хаосу в прямохаотичних системах зв'язку, формує коливання з атрактором типу „Double scroll” (DS). Він є одним з найбільш простих генераторів і містить мінімальне число реактивних елементів, необхідне для порушення хаотичних рухів. Однак хаос у генераторі Чуа відносно слабо розвинений, і його ускладнення при збереженні принципу роботи представляється досить доцільним. У роботі додатково проаналізовано вплив нового коливального контуру на характер коливань [1].

Схема двоконтурної модифікації генератора Чуа показана на рис. 1. Вона відрізняється від звичайної схеми наявністю додаткового коливального контуру на елементах L_2 , C_3 , R_9 , з'єднаного з генератором через резистор зв'язку R_7 . При цьому також враховані втрати в основному коливальному контурі.

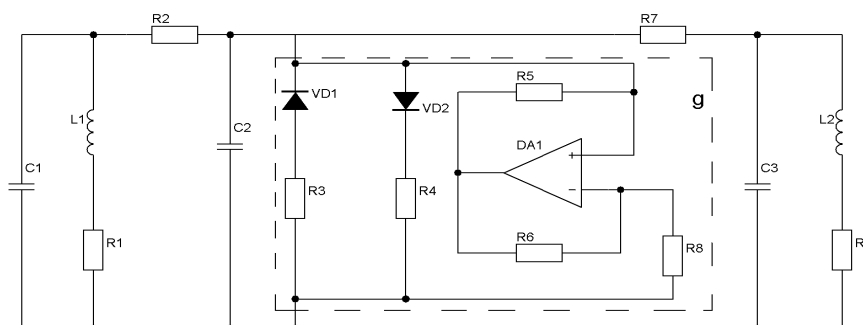


Рис. 1. Схема двоконтурної модифікації генератора Чуа.

Схемотехнічне моделювання генератора проводилося з використанням програми MultiSim 2001. При схемотехнічному моделюванні двоконтурний генератор зібраний відповідно до зазначеної схеми (див. рис. 1). Значення параметрів, що характеризують коливання у звичайному генераторі Чуа, наступні: $R_2 = 1.3 \text{ кОм}$, $C_1 = 0.0058 \text{ мкФ}$, $L_1 = 8.4 \text{ мГн}$, $C_1 = 0.058 \text{ мкФ}$; при цьому втрати в індуктивному елементі L_1 визначаються опором $R_1 = 4 \text{ Ом}$. Величини параметрів додаткового контуру обрані приблизно рівними відповідним параметрам основного контуру, а саме $L_2 = 8.41 \text{ мГн}$, $C_3 = 0.059 \text{ мкФ}$, $R_9 = 4.2 \text{ Ом}$. Опір резистора зв'язку $R_7 = 18 \text{ кОм}$. Схема нелінійного елемента g зібрана на мікросхемі типу LM324A [2].

Представлені результати схемотехнічного моделювання свідчать про можливість одержання у двоконтурній модифікації генератора більш розвиненого хаосу, ніж у звичайному генераторі Чуа, що підвищує ефективність передачі інформації з допомогою детермінованого хаосу. За допомогою додаткового коливального контуру можна управляти хаотичними коливаннями двоконтурного генератора, а також керувати структурою коливань.

[1] Кальянов Э.В. // Радиотехника и электроника. 1999. Т. 44, № 5. С. 574-581.

[2] Кальянов Э.В. и др. // Радиотехника и электроника. 2003. Т. 48, №3. С. 339-344.

ДВУХТАКТНЫЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ СВЧ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ КЛАССА E/F_{2,3}

Д.Г. Макаров, В.Г. Крыжановский

*Донецкий Национальный Университет
83055, г. Донецк, ул. Университетская, 24
e-mail: den_maklaud@mail.ru*

В настоящее время с бурным развитием информационных технологий, внедрением инноваций в системах связи резко возрос интерес к разработке и исследованию высокоэффективных усилителей мощности (УМ) СВЧ диапазона. Широко применяются такие ключевые классы усилителей как класс E и класс F, в которых максимально достижимый КПД стремится к 100% [1]. Достоинствами класса E являются относительно простая схема, включение выходной емкости транзистора в состав выходной. Класс F позволяет уменьшить пиковое значение напряжения на транзисторе и тока стока. Однако эти классы имеют свои недостатки: класс E – высокие пиковые значения напряжения и тока транзистора, также большое значение выходной емкости может ограничивать рабочую частоту. Класс F имеет сложную конфигурацию выходной цепи и медленный рост КПД при настройке большего количества гармоник.

В данной работе проведен расчет и моделирование СВЧ УМ класса E/F. Данный класс усилителей обладает достоинствами класса E – простота реализации выходной цепи и включение в ее состав выходной емкости транзистора и класса F – уменьшенное значение среднеквадратичного тока через транзистор и пикового напряжения на стоке. Данное семейство усилителей характеризуется числом настраиваемых гармоник m, n и обозначается индексами E/F_{m,n}. В настоящем исследовании был проведен расчет СВЧ УМ класса E/F_{2,3} на микрополосковых линиях с использованием ПТШ транзисторов CLY5. При настройке 2 и 3 гармоник пиковые значения тока и напряжения на транзисторе уменьшаются, что помогает предотвратить пробой транзисторов. Выходная согласующая цепь представляет собой комбинацию линий и шлейфов, позволяющих независимо настраивать импедансы на основной частоте, второй и третьей гармониках. При этом все высшие гармоники оказываются нагруженными на емкость. Гармоники настраивались подобно настройке для усилителя инверсного класса F (близкий к бесконечности импеданс на второй гармонике и к нулю на третьей) с учетом всех паразитных элементов транзистора. Импеданс на первой гармонике определяется из заданных выходной мощности, напряжения питания и выходной емкости транзистора для обеспечения условий переключения при нулевом напряжении и является резистивным с последовательной индуктивной реактивностью. В данной работе применялась двухтактная конфигурация усилителя, позволяющая дополнительно подавить четные гармоники на нагрузке и упростить реализацию выходной цепи по сравнению с однотоктным УМ. Так как данная конфигурация предполагает симметричную нагрузку, то на входе и выходе применялись кольцевые мосты для согласования с несимметричными генератором и 50-омной нагрузкой. По результатам моделирования методом гармонического баланса усилитель развивает 3,8 Вт мощности с КПД по добавленной мощности 72% на частоте 1ГГц при напряжении питания 6 В.

Разработан чертеж печатной платы и планируется исследование готового макета усилителя.

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

ВУЗЬКОСМУГОВИЙ ФІЛЬТР НА МАГНІТОСТАТИЧНИХ ХВИЛЯХ

В. А. Мойсеєнко, В. І. Васючка, А. В. Чумак та Г. А. Мелков

Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка, 01033 Київ, Україна
e-mail: v_a_m@univ.kiev.ua

Явище обернення хвильового фронту (ОХФ) можна використати для обробки сигналів в широкому діапазоні частот [1]. Недавно було досліджено нерезонансне обернення хвильового фронту для випадків магнітостатичних та дипольно – обмінних спінових хвиль в плівках залізо – ітрієвого гранату (ЗІГ). В експериментах реалізована геометрія, при якій в феритовому зразку розповсюджуються зворотні об'ємні магнітостатичні хвилі (ЗОМСХ).

В нашій роботі запропоновано теоретично та експериментально реалізовано активний вузькосмуговий фільтр на магнітостатичних хвилях. Головним чином для цього використано явище нерезонансного обернення хвильового фронту [2]. В нерезонансному випадку

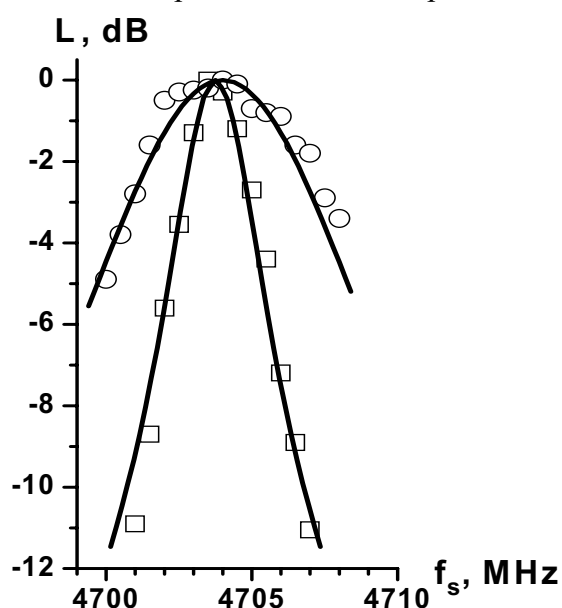


Рис. 1. Амплітудно-частотна характеристика магнітостатичного фільтра в залежності від потужності накачки P_p (\square - $P_p=12$ дБм, $\tau_p=500$ нс; \circ - $P_p=26$ дБм, $\tau_p=100$ нс).

співвідношення $\omega_s = \omega_p / 2$ не виконується й ефективність ОХФ зменшується зі збільшенням зсуву частоти $\Delta\omega = |\omega_s - \omega_p / 2|$. Відповідно до теоретичних прогнозів смуга частот ОХФ (та відповідно смуга фільтра) складає декілька мегагерц й центральна частота рівна половинній частоті накачки. Смуга пропускання такого фільтра залежить від потужності та тривалості накачки. Експериментальна секція складається з плівки ЗІГ, вмонтованої у відкритий діелектричний ($\epsilon \sim 80$) резонатор (ВДР), який слугує для рівномірного розподілу по плівці поля накачки на фіксованій частоті $\omega_p / 2\pi = 9408$ МГц. Монохроматичний сигнал частотою ω_s подавався на плівку за допомогою мікросмужкової антени - перетворювача. Тривалості накачки $\tau_p = 100$ нс та 500 нс потужністю P_p подаються на ВДР, причому виконується умова $V_k h_{p1} \tau_{p1} = V_k h_{p2} \tau_{p2}$, за теорією $V_k h_p = 1$ МГц та 5 МГц відповідно.

Було реалізовано нерезонансне ОХФ та досліджено резонансну залежність оберненого сигналу від частоти вхідного сигналу (Рис. 1). З малюнка видно, що максимум кривих точно співпадає з половиною частотою накачки $\omega_p / 2$, та ширина смуги магнітостатичного фільтра залежить від потужності та тривалості накачки. Отже теоретичні результати досить добре корелюють з теоретичними прогнозами, і нерезонансне ОХФ можна використовувати для підсилення надвисокочастотних сигналів та селективної фільтрації.

- [1] Б. Я. Зельдович, Р. Ф. Пилипецкий, В. В. Шкунов, Обращение волнового фронта, Москва, Наука, 1985.
[2] V. A. Moysenko, V. I. Vasyuchka, A. V. Chumak, G. A. Melkov, "Signal spectrum investigations by nonresonant wave front reversal", VII International Young Scientist Conference on Applied Physics, Kyiv, Ukraine, p. 170, Jun. 2007.

ПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА ДЛЯ БАЗОВЫХ ПУНКТОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

О.В. Попросименко

*Севастопольский национальный технический университет
99053, г. Севастополь, Стрелецкая балка, Студгородок СевНТУ
e-mail: rt@stel.sebastopol.ua*

В современных системах мобильной связи для организации базовых пунктов обычно используются панельные антенны с секторной диаграммой направленности (ДН). Известно, что главный лепесток ДН таких антенн должен иметь малую ширину в вертикальной плоскости (обычно не более 15...20°) и требуемую ширину в горизонтальной плоскости (порядка 60...120°). Также желательно, чтобы конструкция антенны обеспечивала возможность формирования максимума ДН с небольшим отклонением от горизонтальной плоскости (обычно 5...10°). Антенны такого назначения имеют достаточно высокую стоимость и сложную конструкцию, поскольку обычно реализуются на основе фазированных антенных решеток [1].

В данной работе проанализирована возможность использования для поставленной цели антенны в виде отрезка полосковой линии. Излучение такой антенны обеспечивается модуляцией волнового сопротивления, осуществляемой периодическим изменением ширины полоска. Подобные антенны обладают значительным количеством достоинств:

- простота конструкции — полосок с периодически изменяющейся шириной, расположен на фиксированном расстоянии от экранирующей поверхности;
- отказ от необходимости включения реактивных нагрузок для обеспечения модуляции волнового сопротивления, что в свою очередь снижает активные потери и позволяет реализовать антенны с размерами до нескольких десятков длин волн;
- возможность реализации широкого класса ДН, в том числе возможность формирования максимума излучения с требуемым наклоном в вертикальной плоскости без физического наклона антенны;
- простая схема возбуждения антенны, не требующая использования схем деления мощности, фазовращателей и т.д.

В докладе представлены результаты расчета и анализа полосковой антенны. Предварительный расчет характеристик был проведен с помощью пакета математических программ MathCAD 11 для антенн с размерами равными 2,5; 5 и 10 длин волн для диапазона частот 2,4 ГГц. Определены входные характеристики и ДН полосковой антенны. Подробный электродинамический анализ модели антенны длиной десять длин волн был осуществлен в системе электродинамического моделирования HFSS (High Frequency Structure Simulator), с определением S-параметров и электромагнитного поля излучения антенны. Для решения уравнений электродинамики в HFSS используется метод конечных элементов [2].

Результаты анализа наглядно доказывают возможность и целесообразность построения полосковых антенн с модулированным волновым сопротивлением. Направленность ДН в вертикальной плоскости, возможность получения необходимого направления максимума излучения, а также относительная простота конструкции подтверждают возможности применения такого типа антенн в мобильной связи.

- [1] 790 – 6000 МГц Антенны для базовых станций мобильной связи (GSM, CDMA, UMTS, DAMPS)/Компания Селтек: Украина. — http://www.selteq.com.ua/catalog/Kathrein/Mobile_Communications/Kathrein_790-2500%20mhz%20bsafmc.pdf
- [2] Банков С.Е. Анализ и оптимизации трехмерных структур с помощью HFSS/ С.Е. Банков, А.А. Курушин, В.Д. Разевиг / Под ред. д. т. н., проф. Банкова С. Е. — М.: СОЛОН-Пресс, 2005. — 216 с.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4

e-mail: posuhov@pht.univer.kharkov.ua

Поведение композиционных материалов с металлической матрицей в жестких условиях эксплуатации зависит от скорости протекания в них диффузионных процессов. Поэтому определение параметров диффузии в таких материалах представляет интерес, прежде всего для того, чтобы в дальнейшем контролировано задавать свойства материалов непосредственно в процессе их создания. Особый интерес представляет класс материалов, способных сохранять свои физические и механические свойства в условиях радиационных, тепловых и механических нагрузок вплоть до предплавления температур. Поэтому актуальной является задача разработки лабораторного оборудования для исследования процессов диффузии, имитирующих различные условия эксплуатации.

Целью работы является разработка имитационного стенда и современной измерительной информационно-аналитической системы, позволяющих решать задачи, связанные с определением параметров диффузии в металлах и сплавах изотопными методами, в том числе и методом радиоактивных изотопов [1] при комплексных воздействиях.

Лабораторный стенд для изучения теплового и механического воздействия реализован на базе вакуумной исследовательской установки для роста кристаллов и диффузионного отжига. В ходе эксперимента изучаемый образец подвергается циклическому нагреву с различными скоростями роста и спада температуры. Сбор и предварительная обработка получаемых данных, а также контроль и управление комплексом осуществляется с помощью сети универсальных программируемых контроллеров.

Для изучения радиационного воздействия адаптирован имплантер «Маэстро» [2], исследуемый образец в котором может подвергаться бомбардировке электронами и ионами инертного и реактивного газа в импульсном и непрерывном режимах его работы с контролируемой интегральной дозой облучения.

В настоящее время идет настройка и отладка аппаратной, так и программной части исследовательской информационно-измерительной и управляющей системы, универсализация стенда для расширения класса исследуемых материалов. Лабораторный стенд также предполагается использовать для проведения лабораторных работ по физическому материаловедению, в том числе и с удаленным дистанционным интернет доступом.

[1] *Бородавка А.Е., Посухов А.С., Семененко В.Е., Стервоедов С.Н.* Компьютеризированный комплекс для исследования процессов диффузии в металлах и сплавах радиоактивным методом. // Радиофизика и электроника. – Харьков: Ин-т радиофизики и электроники НАН Украины. - 2005.-Т10. №2.-С. 326-330.

[2] *Guglya A., Drakin V., Lytar A., Stervoyedov M.* High-current and broad-beam ion implanter. // Vacuum, -Volume 70, Issues 2-3 .- 2003.- P. 353-358.

УСИЛИТЕЛЬ ДОГЕРТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСИЛИТЕЛЕЙ КЛАССА E И КЛАССА B

А.С. Прилипская, В.А. Принцовский, В.Г. Крыжановский

Донецкий национальный ун-т, Украина, 83055 Донецк, ул. Университетская, 24
e-mail: anna_prilipskaya@mail.ru

В связи с использованием в системах связи сигналов с одновременно амплитудной и фазовой модуляциями (CDMA сигналы) резко возросло требование к линейности усилителей мощности (УМ). Стали успешно применяться такие методы усиления АМ сигналов, как усилитель Догерти.

Основная конфигурация усилителя Догерти состоит из двух усилителей мощности – главного и вспомогательного, которые работают на общую нагрузку (рис. 1). В работе рассмотрена относительно новая конфигурация усилителя, так как в качестве главного усилителя использован высокоэффективный УМ класса E, а в качестве вспомогательного, который должен обрабатывать изменение амплитуды, – УМ класса B. Обычно в качестве главного усилителя используется УМ класса B или АВ, а в качестве вспомогательного – УМ класса C. Выходы двух усилителей объединены, используя четвертьволновую передающую линию, действующую как инвертор импеданса. Целью работы было изучение энергетических и информационных характеристик усилителя Догерти в такой конфигурации.

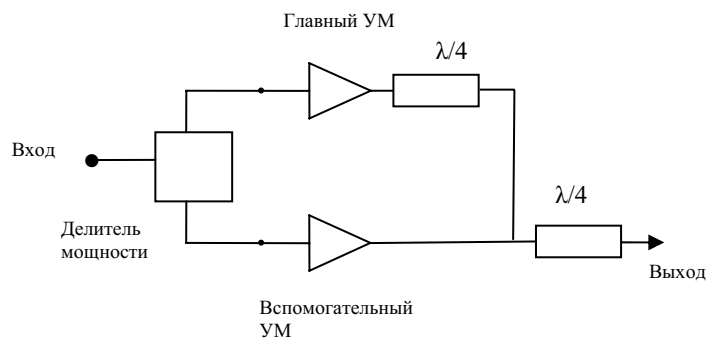


Рис.1. Основная конфигурация УМ Догерти

Была рассчитана и промоделирована выходная согласующая цепь на микрополосковых линиях для УМ класса B на частоте 800 МГц. Моделирование работы усилителя на GaAs ПТШ CLY5 проводилось методом гармонического баланса, использовалась нелинейная модель транзистора Materka-Kasprzak. Полученные результаты показали возможность применимости данной согласующей цепи для реализации УМ класса B. Была разработана топология печатной платы УМ класса B и проведено экспериментальное исследование работы усилителя. Полученные характеристики совпали с результатами моделирования.

Результаты для УМ класса E были взяты из работы [1].

Моделирование работы усилителя Догерти показало выполнение главной цели этого метода – сохранение высокого КПД в широком диапазоне входной мощности. Выходная мощность изменялась от 0,6 до 1,178 Вт при КПД от 50 до 71,3 %, что лучше, чем в УМ класса B и E отдельно.

В настоящее время готовится экспериментальное исследование усилителя Догерти.

[1] Крыжановский В.Г., Принцовский В.А. Усилитель СВЧ класса E в микрополосковом исполнении //Изв. ВУЗов “Радиоэлектроника”, 2005, Т.48.–№1, с.3-10.

БАЛАНС ЕНЕРГІЇ ТА ЧАСТИНОК У ТЕРМОЯДЕРНІЙ ПЛАЗМІ З РІЗНИМИ СЦЕНАРІЯМИ ПОДАЧІ ПАЛИВА ТА ВИВОДОМ ЗОЛИ АЛЬФА-ЧАСТИНОК

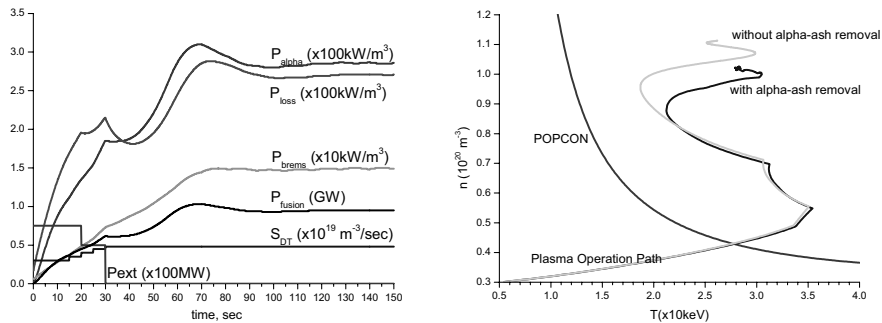
О. В. Ерьомін¹, О.О. Шишкін^{1,2}

¹ Харківський Національний Університет ім В.Н. Каразіна, Харків 77, УКРАЇНА

² Інститут Фізики плазми, Національний Науковий Центр "Харківський Фізико-Технічний Інститут", Харків 108, Україна

Досягнення термоядерної потужності в експериментах з дейтерієм і тритієм на токамаку JET і можливість подальших експериментів по керваному термоядерному синтезу на ITER'e стимулює вивчення поведінки термоядерної плазми в тороїдальних магнітних уловлювачах реакторного масштабу. Серед безлічі завдань залишається невирішеним питання про вплив фракції холодних альфа-частинок на баланс енергії та часток плазми. Нами розглядається вплив зміни густини холодних альфа-частинок у часі на параметри плазми та шлях досягнення стаціонарного стану. Ми моделюємо видалення холодних альфа-частинок з урахуванням еволюції терміну утримання холодних альфа-частинок під час реакції горіння термоядерної плазми. Ми припускаємо, що час утримання золи альфа-частинок не є постійним, а залежить від часу за гармонійним законом.

У цьому дослідженні нами отримана залежність границі початку горіння плазми (ignition boundary) від параметрів плазми: густина, температура, фракція альфа-частинок, і шляхи досягнення межі горіння (plasma operation path) для різних режимів підпалення.



Для виходу в бажану робочу точку на площині n-T (POPCON) потрібен безперервний контроль густини та температури плазми. Це здійснюється постійним контролем параметрів плазми, та особливо контролем густини плазми за рахунок зміни потужності джерела палива подаваного в плазму S_{DT} під час підпалення. Стаціонарний у часі режим горіння досягається зміною фракції альфа-частинок і температури іонів плазми, за рахунок подаваної в об'єм реактора потужності під час підпалення. Зі зміною часу втримання холодних альфа-частинок також змінюється і густина плазми разом із фракцією альфа-частинок. Замість діагностики фракції золи альфа-частинок і часу утримання енергії простіше вимірювати вихідну термоядерну потужність. Що, у свою чергу, дає можливість контролювати потужності джерел нагрівання й палива, для зміни шляху досягнення горіння плазми. Еволюція параметрів у плазмі (лівий графік) і шляхи досягнення горіння - густини плазми як функція температури плазми (правий графік) на POPCON показує нам, послідовність стадій розігріву плазми та збільшення густини за рахунок різних режимів подачі палива й енергії в плазму.

Для дослідження впливу зміни часу утримання золи альфа-частинок ми використовуємо наступний вираз

$$\tau_{\alpha} = 0.75 + \frac{0.4}{\pi} \sum_{j=2n}^{\infty} \frac{j}{j^2 - 1} \sin j\omega t$$

У роботі продемонстровано вплив видалення холодних альфа-частинок на параметри плазми. Ми одержуємо деяке зменшення втрат за рахунок гальмового випромінювання, а також менше коливання вихідних параметрів, таких як вихідна термоядерна потужність у часі, у стаціонарному стані горіння. Також продемонстровано інший важливий факт. Це вплив зміни режиму введення палива S_{DT} у часі на параметри плазми в стаціонарному стані. Нами відзначено, що у випадку зниження потужності джерела палива стаціонарний стан встановлюється на рівні з меншою фракцією золи альфа-частинок. Термоядерна потужність на виході також зменшується на десятки відсотків при незначній зміні потужності джерела дейтерію й тритію. Шлях поджига й досягнення горіння також можуть істотно мінятися в при незначних змінах сценарію введення палива.

- [1] Mitarai O. and Muraoka K. "Ignition analysis for burn control and diagnostic developments in ITER" // Nuclear Fusion, 1997 Vol 37, 11, p. 1523-1540
- [2] Shishkin A.A., Motojima O., Sudo S., Eremin A.V., Moskvitin A.A., Moskvitina Yu.K., "Dynamics of D+D Fusion Products in LHD Geometry" // Fusion Engineering & Design, Vol 81, Issues 23-24, November 2006, p. 2733-2736
- [3] Mitarai. O. and Sudo. S. "Ignition Characteristics in D-T Helical Reactors" // National Institute for Fusion Science, Research Report NIFS – 283, June 1994

ВОЗБУЖДЕНИЕ СВЧ РАЗРЯДА В ОДНОПРОВОДНОЙ ЛИНИИ

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

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

В работе представлен волноводно-коаксиальный СВЧ модуль (рис. 1), позволяющий возбуждать на конце однопроводной линии Губо факельный СВЧ разряд в воздухе. Данная конструкция позволяет менять длину и конфигурацию внешнего проводника. Типичный факельный СВЧ разряд в такой конструкции с длиной вольфрамового проводника 32 см показан на рис.2.

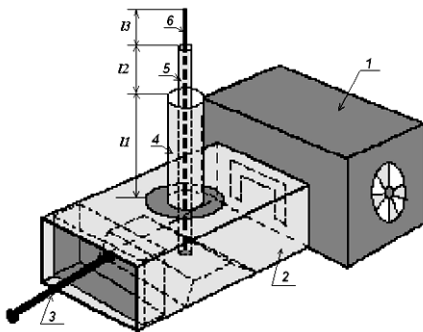


Рис.1. СВЧ модуль, состоящий из: 1- магнетрон M105 непрерывного действия, 2- резонатор на отрезке волновода с типом колебания H_{10} , 3- поршень, 4- коаксиальная линия длиной 13 см, 5- линия Губо, 6- проводник.

На рис.3. показано несколько вариантов конфигураций проводника 6. Во всех четырёх случаях под действием СВЧ энергии магнетрона факельный разряд возбуждался, несмотря на то, что проводники имели участки значительной кривизны. Подтверждением того, что поле локализовано в тонком приповерхностном слое на границе раздела металл-воздух, является фотография представленная на рис.4, который получен в режиме удвоения СВЧ мощности магнетрона. На этом кадре чётко виден раскалённый проводник в форме спирали.



Рис.2. Факельный разряд в однопроводной линии Губо

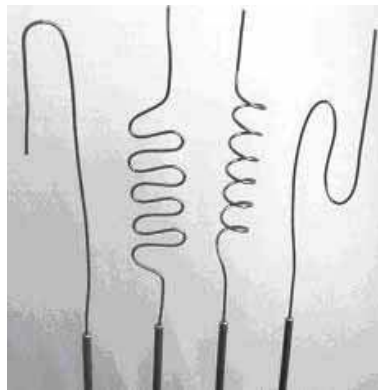


Рис.3. Несколько геометрических конфигураций линии Губо

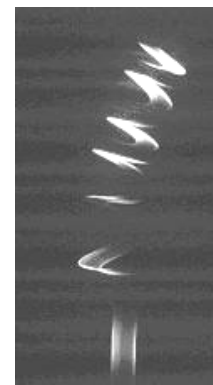


Рис.4. Контур плазменного образования вокруг проводника длиной 32 см

Обнаруженные свойства распространения СВЧ энергии в однопроводной линии демонстрируют сложную динамику преобразования объёмной волны в поверхностную на очень малом расстоянии от окна связи волновода.

- [1] *Goubau G.* Surface waves and their application to transmission lines // J. Appl. Phys. - 1950. N. 21. - P. 1119-1128.
- [2] *Sommerfeld, A.* Über die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie // Ann. D. Phys. - 1909. N. 28. - P. 665-736.
- [3] *Zennek J.* Breeding of even electromagnetic waves along an even conducting surface and its relation to radiotelegraphy // Ann. D. Phys. – 1907. N. 23. - P. 846-866.



Пленарні доповіді

Біофізика

**Мікрохвильова та
Твердотільна Електроніка**

Радіофізика Твердого Тіла

Оптика та Фотоніка

**Теор. та Експериментальна
Електродинаміка
Радіолокація та Дистанційне
Зондування**

ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ВАРИСТОРНОЙ КЕРАМИКЕ НА ОСНОВЕ WO₃

А.А. Андреев

Днепродзержинский государственный технический университет
51914, г. Днепродзержинск, ул. Днепростроевская, 2
e-mail: alex_dp_1980@mail.ru

Керамика на основе оксида вольфрама обладает нелинейной вольт-амперной характеристикой (ВАХ) в области низких напряжений и является перспективным материалом для низковольтных варисторов.

В настоящей работе представлены результаты исследования деградации полевой зависимости электропроводности и коэффициента нелинейности ВАХ варисторов на основе WO₃ с добавками MnO₂, Al₂O₃.

Образцы керамики были изготовлены по стандартной керамической технологии путем обжига при температурах от ~ 1100 до ~ 1250°C в течении 2 часов. В работе использовалась керамика следующего состава: WO₃-0.5Na₂O-4MnO₂-0.75Al₂O₃ с температурой обжига 1200⁰ С, WO₃-0.5Na₂O-0.5MnO₂-0.5Al₂O₃ с температурой обжига 1150⁰ С, варисторы на основе ZnO – НПП-50.

Результаты измерения ВАХ керамики состава WO₃-0.5Na₂O-4MnO₂-0.75Al₂O₃ (рис1.а), а также зависимость тока варистора от времени (рис1.б).

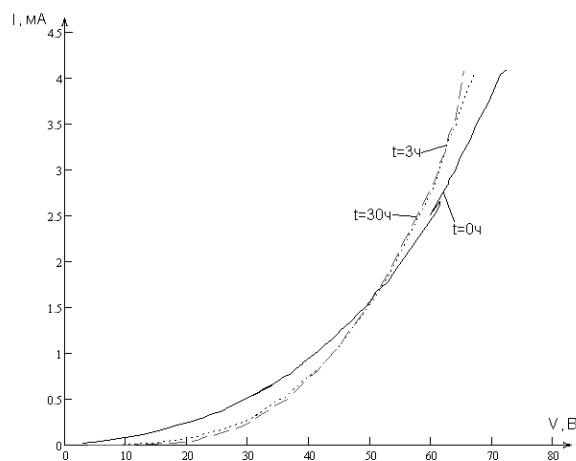


Рис.1а

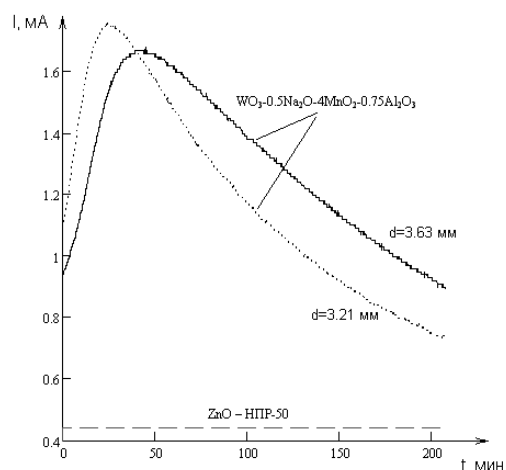


Рис.1.б

По результатам измерения ВАХ были рассчитаны коэффициенты нелинейности.

Таблица 1. Результаты измерения коэффициентов нелинейности

	β при t=0ч	β при t=3ч	β при t=30ч
WO ₃ -0.5Na ₂ O-4MnO ₂ -0.75Al ₂ O ₃	2.49	3.83	4.26
WO ₃ -0.5Na ₂ O-0.5MnO ₂ -0.5Al ₂ O ₃	2.1	2.67	3.32
ZnO – НПП-50	3.73	3.66	3.56

По всей видимости, процессы деградации в керамике на основе WO₃ связаны с десорбцией кислорода с области контакта зерен и миграция ионов кислорода.

- [1] Макаров В.О. Электропроводность кристаллитов WO₃ в вольфрамсодержащей керамике // Вісник дніпропетровського університету – 2006. - № 2/3. – с.19-22.
[2] Тонкошкур О.С. Компонентна база РЕА. Навчальний посібник. – ДДТУ, 2004. – 242 с.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗА ГАЗОВОГО ОТОЧЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СЕНСОРІВ

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

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

Основна задача при аналізі даних отриманих від напівпровідникових газових сенсорів, полягає в тому, щоб володіючи тільки інформацією про зміну їх електропровідності (σ), робити висновки про склад оточуючої датчик атмосфери. Така проблема виникає як при аналізі температурних залежностей газочутливості, так і часових характеристик $\sigma(t)$ при сталій температурі датчика.

У роботі викладені деякі результати вивчення провідності напівпровідникової кераміки системи ZnO-Ag₂O в парах метилового, етилового, пропилового, ізопропилового, бутілового, ізобутілового, амілового та ізоамілового спиртів.

Зразки виготовлялись з порошків ZnO і Ag₂O субмікронного розміру. Речовини ретельно змішувались в етиловому спирті. Кількість домішки оксиду срібла складала до 2 % за масою. Суху шихту пресували при тиску 10 атмосфер у вигляді дисків товщиною 2-4 мм та діаметром 12 мм. Випал проводився в повітрі при температурі 900°C протягом однієї години. Електроди наносили методом впалювання срібної пасти при 700°C.

Отримані експериментальні температурні залежності електропровідності мал індивідуальний вигляд для кожного з спиртів. Газочутливість сенсорів к парам спиртів зростала зі зростом їх молекулярної маси. Таким чином, можна зробити висновок, про можливість аналізу газового оточення за даними зміни електропровідності керамічних сенсорів.

Проведено детальний огляд підходів щодо проблеми розв'язання задач класифікації для аналізу газового оточення сенсорів. Вирішення цієї задачі пропонується здійснювати за допомогою класифікації з використанням штучних нейронних мереж. Користувач матиме змогу:

- налаштовувати перцептрон, шар та мережу із різними конфігураціями, що робить модель більш універсальною;
- проводити порівняльний аналіз нейронних мереж зворотного розповсюдження, мережі на базі генетичних алгоритмів, нейроevolюційні та ймовірнісні;
- перевіряти адекватність моделей.

Метою роботи є проектування обчислювальної технології і програмного забезпечення аналізу газового оточення сенсорів. Формально постановка задачі класифікації має наступний вид. Надано набір об'єктів (експериментів) $\Omega_N = \{\omega_1, \dots, \omega_N\}$, де кожний об'єкт характеризується вектором ознак $\omega_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM}\}$, ($i = \overline{1, N}$), компоненти якого x_{ij} ($i = \overline{1, N}$; $j = \overline{1, M}$) являють собою дійсні числа. Надана навчальна вибірка $\Omega_K = \{\omega_1, \dots, \omega_K\}$, $K < N$, і вектор результатів $\Psi_R = \{\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_R\}$. У задачі класифікації потрібно кожному об'єкту $\omega_i \in \Omega_N$ поставити у відповідність якийсь розв'язок $\psi_j \in \Psi_R$, де $R < \infty$, на підставі даних навчальної вибірки $\Omega_K = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_K\}$.

Отримані результати свідчать про перспективність і важливість застосування методів нейронних мереж при аналізі даних отриманих від напівпровідникових газових сенсорів.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ КЛАСТЕРНИХ СТРУКТУР У КРИСТАЛАХ CdI₂

Р.І. Грицьків

*Львівський національний університет імені Івана Франка
79017, м. Львів, вул. Тарнавського, 107
e-mail: roman.hrytskiv@gmail.com*

Характерною особливістю шаруватих кристалів йодистого кадмію є існування у його структурі нестехіометричних атомів металу незалежно від способу вирощування. Такі атоми локалізуються переважно у ван-дер-ваальсових щілинах кристалу. Методами електронної мікроскопії виявлено існування металічних кластерів кадмію у ван-дер-ваальсових щілинах у випадку високих відхилень (0.1 мол% Cd) від стехіометричного складу [1]. Крім того встановлено, що кластери формують фрактальні структури [2] різного характеру в залежності від способу вирощування кристалу [1].

Нами був розроблений пакет програмного забезпечення, що дозволяє: 1. Редагувати та адаптувати зображення для подальшого аналізу; 2. Аналізувати його та виділяти з нього потрібні елементи; 3. Проводити вимірювання фрактальної розмірності об'єктів на рисунках; 4. Проводити векторизацію окремих кластерів на зображенні та вимірювати їх геометричні характеристики [1]. Ці програми дали змогу виміряти характеристики кластерних структур у випадку кристалів, вирощених з розплаву та з газової фази. Отримано середні значення радіусу кластерів та відстані між ними у першому випадку $\bar{R} = 0.085$ мкм, $\bar{R}_c = 0.622$ мкм, у другому — $\bar{R} = 0.122$ мкм, $\bar{R}_c = 0.489$ мкм. Методом підрахунку боксів виміряно фрактальну розмірність структури у кристалі CdI₂ з газової фази, для якої отримано $D \approx 1.73$.

Нами промодельовано утворення фрактальних об'єктів в рамках різних моделей та зроблено на цій основі висновки щодо закономірностей будови та процесу агрегації фрактальних структур. Моделювання утворення фрактального агрегату у кристалах з газової фази проводилось двома методами: методом кластер-кластер, для якого фрактальна розмірність агрегату приблизно рівна $D \approx 1.44$, та методом частинка-кластер $D \approx 1.70$ [3]. Із факту близькості розмірностей агрегату та моделі частинка-кластер зроблено висновок про існування виділених центрів у процесі утворення фракталів, якими можуть служити особливості рельєфу CdI₂.

Проведене моделювання утворення кластерних структур методом молекулярної динаміки [4]. Моделювання проводилось для частинок з ван-дер-ваальсівською взаємодією у канонічному ансамблі. У результаті моделювання виявилось, що за таких умов частинки формують квазівпорядковану суцільну структуру без фрактальних властивостей. Це відображає наявність аналогічних кластерів у йодистому кадмії на атомарному рівні.

- [1] Болеста І.М., Грицьків Р.І., Дацюк Ю.Р., Павлишенко Б.М., «Електронно-мікроскопічні дослідження та комп'ютерний розрахунок числових характеристик металічних кластерів в кристалах CdI₂», УФЖ, Т 52, № 12, 2007.
- [2] Мандельброт Б., «Фрактальная геометрия природы», Москва: Институт компьютерных исследований, 2002.
- [3] Жульен Р., «Фрактальные агрегаты», УФН, Т 157, вып. 2, с. 339, 1989.
- [4] Allen M.P., Tildesley D.J., «Computer simulation of liquids», Oxford university press, 1989.

ПАРАМЕТРЫ НЕОСНОВНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В БАЗОВЫХ КРИСТАЛЛАХ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

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

¹*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
61002, г. Харьков, ул. Фрунзе 21
e-mail: roman_storm@mail.ru*

К основным электронным параметрам, определяющим КПД фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) с р-п гомопереходом, относятся время жизни τ и диффузионная длина L неосновных носителей заряда (ННЗ) в их базовых кристаллах (БК) [1]. При разработке отечественных кремниевых ФЭП величины τ_n и L_n в их БК р-типа проводимости ранее практически не контролировались, что препятствовало обстоятельному выяснению причин сниженного КПД таких ФЭП по сравнению с лучшими зарубежными аналогами. Поэтому в [2] нами было проведено исследование указанных параметров на различных этапах оптимизации конструктивно-технологического решения отечественных ФЭП с использованием методики определения τ_n и L_n по спаду напряжения холостого хода (U_{xx}) ФЭП после отсечки светового потока, падающего на их фронтальную поверхность [3]. В качестве источника светового потока использовался светодиодный осветитель, излучающий прямоугольные импульсы монохроматического света в диапазоне длин волн 370-960 нм.

Исследовались ФЭП с n^+ -р- p^+ структурой на основе БК кремния марки КДБ-10, которые имели планарные поверхности (111) и (100) площадью 8 см² и были вырезаны из монокристаллических слитков с исходным $\tau_n \geq 100$ мкс, толщина t базовых кристаллов составляла 300 ± 120 мкм. Время τ_d термодиффузионного формирования n^+ - и p^+ -слоев из источников фосфора и бора в проточной среде аргона и кислорода составляло от 1 до 2 часов при 1000 °С. Эти ФЭП были изготовлены в Научно-исследовательском технологическом институте приборостроения (г. Харьков) [2]. Приведенные в [2] значения τ_n и L_n , составляли 17-74 мкс и 231-482 мкм, соответственно. Однако в этой работе не учитывалось влияние барьерной емкости n^+ -р гомоперехода на зависимость спада U_{xx} ФЭП от времени после отсечки светового потока.

При выполнении настоящей работы использована усовершенствованная методика определения τ_n и L_n , учитывающая влияние барьерной емкости n^+ -р гомоперехода, и обеспечивающая более точную аналитическую обработку экспериментальных данных. В результате использованного нового подхода для тех же ФЭП получены уточненные параметры ННЗ, значения которых находятся в интервалах: $8 \leq \tau_n \leq 69$ мкс и $159 \leq L_n \leq 465$ мкм. Исследование зависимости τ_n и L_n от t и τ_d позволило установить, что уменьшение толщины БК до $t \leq 180$ мкм путем глубокого химического травления, при котором можно ожидать практически полного освобождения БК от сравнительно глубоких микротрещин, унаследованных в результате вырезания из моно кристаллического слитка, является одним из наиболее оптимальных решений для повышения эффективного времени жизни ННЗ в БК ФЭП. Согласно [1] последнее позволит существенно увеличить КПД и массомощностную характеристику отечественных монокристаллических кремниевых фотопреобразователей.

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

[2] М.В. Кириченко, Р.В. Зайцев, Н.В. Дейнеко и др., Влияние конструктивно-технологического решения кремниевых фотопреобразователей на параметры неосновных носителей заряда в их базовых кристаллах // Радиофизика и электроника. – 2007. – Т. 12. – № 1. – С. 255-262.

[3] J. Mahan, T. Ekstedt, R. Frank, R. Kaplow, Measurement of minority carrier lifetime in solar cells from photo-induced open-circuit voltage decay // IEEE Trans. Electron Dev. – 1979. – Vol. ED-26. – No. 5. – P. 1357 – 1364.

**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 2-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.

НЕЛИНЕЙНЫЙ ОТКЛИК СЛОИСТОГО СВЕРХПРОВОДНИКА НА СИММЕТРИЧНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ

С.С. Апостолов^{1,2}, Д.В. Кадыгроб², З.А. Майзелис^{1,2}, Т.М. Слипченко^{1,2}, В.А. Ямпольский^{1,2,3}

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

²Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4

³Frontier Research System, The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN),
Wako-shi, Saitama, 351-0198, Japan
e-mail: kadigrobdmity@rambler.ru

Высокотемпературные сверхпроводники ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$) имеют слоистую структуру, состоящую из сверхпроводящих слоев CuO_2 с джозефсоновской связью между ними. В таких материалах могут распространяться электромагнитные волны, так называемые джозефсон-плазменные волны (ДПВ) [1]. Эти волны привлекают большой интерес исследователей, так как частота их распространения лежит в терагерцевой частотной области спектра, которая до сих пор трудно достижима для современных электронных и оптических устройств.

Необычные оптические эффекты в слоистых сверхпроводниках, включая отражение и прохождение электромагнитных волн, которые наблюдаются вследствие возбуждения джозефсон-плазменных волн, были изучены в работе [2]. Большое количество работ по этой теме посвящено распространению объемных джозефсон-плазменных волн, что возможно только в частотном диапазоне выше джозефсон-плазменной частоты (ДПЧ), $\omega > \omega_J$. Наличие границы образца может привести к появлению новой ветви в волновом спектре ниже джозефсон-плазменной частоты $\omega < \omega_J$, а именно, ветви поверхностных ДПВ, [3]. Недавно существование нелинейных ДПВ в том же частотном диапазоне было предсказано в работе [4]. Как и в нелинейной оптике, с существованием нелинейных ДПВ в слоистых сверхпроводниках связан ряд эффектов, таких как эффект остановки света, эффект самофокусировки электромагнитных волн, эффект накачки слабой волны более сильной и др. Однако нелинейность электромагнитных волн в слоистых сверхпроводниках отличаются от оптической нелинейности и, следовательно, в этих материалах можно ожидать наличия необычных свойств у нелинейных волн.

В настоящей работе теоретически исследован нелинейный отклик слоистого сверхпроводника на симметричное электромагнитное возбуждение. Действительно, при симметричном облучении тонкого образца слоистого сверхпроводника плоской монохроматической электромагнитной волной наблюдаются скачки в зависимости фазы отраженной от поверхности волны от амплитуды падающей волны. Данный эффект является следствием своеобразной нелинейности среды и не имеет аналогов в других нелинейных средах.

[1] G. Blatter, M.V. Feigel'man, V.B. Geshkenbein, A.I. Larkin, V.M. Vinokur, "Vortices in high-temperature superconductors", Rev. Mod. Phys. vol. 66, p. 1125, 1994.

[2] Helm Ch., Bulaevskii L. N. "Optical properties of layered superconductor". Phys. Rev.B, vol. 66, p. 094514, 2002.

[3] S.E. Savel'ev, V.A. Yampol'skii, F. Nori "Surface Josephson plasma waves in layered superconductors". Phys.Rev.Lett., vol. 95, p. 187002, 2005.

[4] S. Savel'ev, A. Rakhmanov, V. Yampol'skii, F. Nori, "Analogues of nonlinear optics using Tera-Hertz Josephson plasma waves in layered superconductors", Nature 2, pp. 521–525, 2006.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ P-N ПЕРЕХОДАМИ ПРИ КОНЦЕНТРИРОВАННОМ СОЛНЕЧНОМ ИЗЛУЧЕНИИ

М.В. Кириченко, С.А. Бондаренко, Р.В. Зайцев, В.Р. Копац

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

В настоящее время КПД серийных образцов отечественных монокристаллических кремниевых фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) космического назначения с горизонтальным р-п-переходом, расположенным перпендикулярно падающему свету, при 25 °С и облучении заатмосферным солнечным светом (режим АМ0) находится на уровне 14 %, а одним из ограничивающих его факторов является величина напряжения холостого хода U_{xx} , которая в силу различных физико-технологических причин не превышает 635 мВ. Среди радикальных способов увеличения КПД кремниевых ФЭП перспективным является использование их в условиях концентрированного солнечного излучения, которое позволяет добиться резкого повышения не только энергетической, но и весовой отдачи ФЭП [1]. При этом наилучшие результаты можно получить, используя не традиционные ФЭП с горизонтальным р-п-переходом, а высоковольтные ФЭП типа «фотовольт», которые состоят из пакета последовательно состыкованных в едином блоке множества диодов с вертикальными р-п переходами [1]. Поэтому нами проводятся исследования по изучению выходных параметров ФЭП типа «фотовольт» стандартной конструкции в зависимости от степени концентрации $K_{и}$ солнечного излучения на его фронтальной поверхности, результатом которых, в конечном счете, должно явиться создание усовершенствованных ФЭП указанного типа с существенно улучшенными энергетическими и массопрочностными характеристиками.

В связи с вышеизложенным экспериментально исследовались кремниевые ФЭП типа «фотовольт» зарубежного производства, которые состояли из 32 последовательно состыкованных элементарных диодных ячеек (ЭДЯ) с n^+p-p^+ структурой толщиной 150 мкм каждая и имели площадь фронтальной поверхности 2 см². Выходные параметры исследованных ФЭП определялись по нагрузочным световым вольт-амперным характеристикам, которые измерялись при 25 °С и изменении $K_{и}$ от 1 до 500 в излучении ксеноновой лампы-вспышки со спектральным составом приближенным к заатмосферному солнечному излучению. Установлено, что U_{xx} исследованных ФЭП существенно возрастает с увеличением $K_{и}$, достигая 23,9 В при $K_{и} = 500$. Отмеченное увеличение U_{xx} обеспечивает, согласно [2], рост во всем диапазоне значений $K_{и}$ таких параметров исследованных ФЭП, как КПД и максимальная мощность, отдаваемая на единицу массы ФЭП, которые достигают 26,5 % и $7,8 \cdot 10^4$ Вт/кг, соответственно.

С учетом этих результатов проанализированы возможные варианты разработки усовершенствованных ФЭП типа «фотовольт» на основе ЭДЯ с выпрямляющим барьером Шоттки, для образования которого предполагается использовать контакт кремния с высоколегированными слоями прозрачных проводящих окислов (в частности с индий-оловянным оксидом) либо с силицидами металлов (никель, кобальт), имеющими сравнительно низкую температуру образования.

- [1] Андреев В.М., Грилихес В.А., Румянцев В.Д. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. – Л.: Наука, 1988
[2] Фаренбрух А., Бьюб Р. Солнечные элементы: Теория и эксперимент. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ В СОСТАВЕ ГАЗА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА С КОЛЕБАНИЯМИ
ТИПА «ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЕРЕИ»**

А.Я. Кириченко, Е.В. Кривенко, 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*

Измерение влагосодержания транспортируемого газа или точки росы является самостоятельной задачей, от решения которой зависит эксплуатационная надежность и долговечность лопаток турбин газоперекачивающих агрегатов. При создании измерителей влажности природного газа путем измерения диэлектрических характеристик транспортируемой по трубопроводу рабочей среды актуально решение задачи разработки резонаторов и методов их запитки, которые могли бы достаточно просто вписываться своим конструктивом в разрыв магистрального трубопровода и обеспечивали возможность измерения характеристик непосредственно под теми давлениями, при которых осуществляется транспортировка газа в трубопроводах (примерно 7,5 Мпа) и подача его из подземных хранилищ (8-16Мпа).

С этой целью было предложено использовать открытый цилиндрический металлический резонатор, форма которого позволяет достаточно просто вписаться в конструкцию магистрального газопровода. Добротные колебания в таких резонаторах обусловлены сильным отражением волноводных волн от открытых концов резонатора, причем потери на излучение оказываются малыми [1]. Исследования проводились на колебаниях «шепчущей галереи». Спектр собственных частот открытого цилиндрического резонатора оказался более густой, чем, например, спектр частично экранированного диэлектрического резонатора. [2]

Исследовалось распределение волнового поля в объеме резонатора при помощи метода малой возмущающей неоднородности [3], которая вносилась в поле резонатора.

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. Определена добротность собственных колебаний резонатора. Исследовалось поведение частоты в зависимости от кол-ва влаги в резонаторе.

- [1] *Вайнштейн Л.А.* Открытые резонаторы и открытые волноводы // Сов.Радио.-М.-1966г.-475с.
- [2] *Кириченко А. Я., Кривенко Е. В., Луценко В. И.* Оценка диэлектрических характеристик поглощающих сред по частоте и крутизне электронной перестройки автогенератора на основе диода Ганна, стабилизированного квазиоптическим диэлектрическим резонатором // 2005 “15th.Int.Crimean Conference“Microwave&Telecommunication Technology” (CriMiCo’2005).12-16 September, Sevastopol, Crimea, Ukraine
- [3] *Ю.В. Блудов, А.Я. Кириченко, А.Е. Козут, В.В. Кутузов, В.А. Солодовник.* Колебания шепчущей галереи в бочкообразном диэлектрическом резонаторе// Proc. of 8-th International Crimean Microwave Conference CriMiCo'98, 14-17 Sept. 1998, Sevastopol, Crimea, Ukraine, P. 160-161.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОЧАСТОК НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ В ОРГАНІЧНІЙ МАТРИЦІ.

В.О. Оголь, С.О. Омельченко, О.В. Хмеленко, Н.В. Коваленко, А.М. Резцов

*Дніпропетровський національний університет,
факультет фізики електроніки та комп'ютерних систем
49050, м. Дніпропетровськ, вул. Наукова 13
e-mail: khmelenko@ukr.net*

В роботі були досліджені зразки матеріалів, які містили в собі напівпровідникові нанорозмірні частинки.

Дослідження проводилися на зразках органічного скла [1], які являли собою тонкі пластинки з габаритними розмірами 10 x 20 x 1.5 мм³. Наночастки були імплантовані в поверхневий шар органічного скла. Глибина їх проникнення складала кілька мікрон.

Матеріал для отримання наночастинок являв собою шматочки монокристалів ZnS-Mn. Подальше подрібнення сировини проводили шляхом механічного перетирання шматочків кристалу у фарфоровій ступці протагом кількох годин. Для більш детального подрібнення у фарфорову ступку додали невелику кількість етилового спирту. Після процесу механічного подрібнення сировину піддавали термічній сушці.

Також матеріал піддавався ультразвуковому подрібненню при механічному контакті з феритовим магніострикційним вібратором. При цьому кристал сульфіду цинку та магніострикційний вібратор знаходилися в рідкому середовищі (в нашому випадку в дихлоретані).

Наночастки були отримані методом вимучування в органічному розчиннику (дихлоретані). Імплантація проводилася наступним чином. Після гравітаційного розділення наночастинок у розчиннику, на протязі дванадцяти годин, обережно збирався верхній шар. В отриману суспензію додавали мілко подрібнене органічне скло. Після цього залишали отриману масу на декілька годин, для повного розчинення органічного скла та випаровування надлишків розчинника. Ця операція проводилася для підвищення концентрації наночастинок в суспензії. Отриману суміш наносили на підложку з органічного скла. Дослідження властивостей отриманої шаруватої структури проводили методами оптичної спектроскопії.

При детальному дослідженні спектрів фотолюмінесценції отриманих композитів та масивних монокристалів ZnS-Mn були виявлені деякі відмінності, які можуть вказувати на присутність в отриманих композитах наночастинок [2].

[1] Гриньов Б.В, Сахно Т.В, Сенчишин В.Г. Оптично прозорі та флуоресціюючі полімери. – Харків.: Інститут монокристалів, 2003. – 575 с.

[2] Агемян В.Ф. Внутрицентровые переходы ионов группы железа в полупроводниковых матрицах типа II - VI //ФТТ. – 2002. – Т.44. № 11. – С. 1921 – 1939.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОЛЬФРАМ-ОКСИДНОЙ КЕРАМИКИ.

Е.Г. Плахтий, В.О. Макаров

Днепропетровский национальный университет
49050, г. Днепропетровск, ул. Научная 13
e-mail: zhenya_kondor@mail.ru

Вольфрам - оксидная керамика имеет нелинейные электрические свойства и является перспективным материалом для изготовления низковольтных варисторов. Температурная зависимость электропроводности керамики $WO_3-0.5Na_2O-1.5MnO_2$ была измерена в режиме нагревания в интервале температур 320-120 К. Как видно из рисунка, при температурах 230-260 К происходит скачкообразное изменение электропроводности на два прядка. При этом энергия активации электропроводности изменяется от 0,06 эВ (в интервале 150-230 К) до 0,21 эВ (в интервале 260-290 К). При нагревании до температур выше комнатной наблюдается еще один фазовый переход при температуре 300 К, а энергия активации проводимости становится равной 0,18 эВ при температурах выше 300 К.

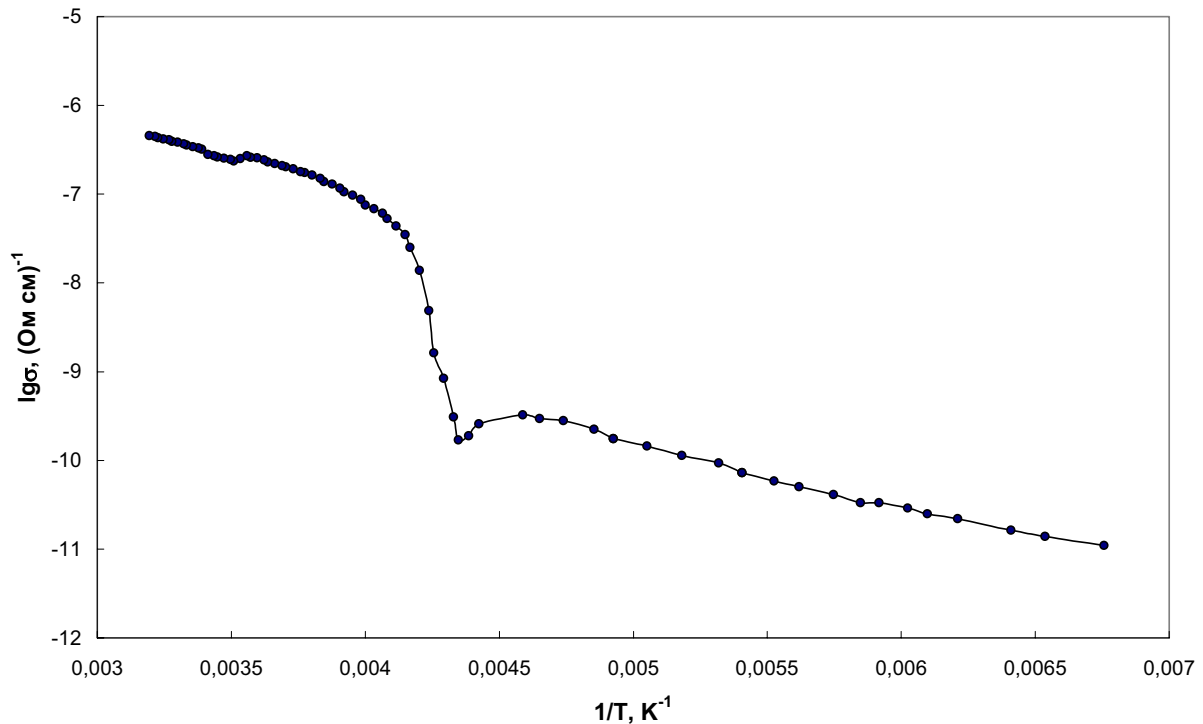


Рис. Температурная зависимость электропроводности керамики состава (мол. %) $WO_3-0.5Na_2O-1.5MnO_2$ в режиме нагревания.

Обнаруженные скачки электропроводности хорошо согласуются с литературными данными [1] для монокристаллов WO_3 , в которых происходит фазовый переход моноклинная - триклинная фаза при температуре 230 К с резким изменением электропроводности на 2-3 порядка и второй фазовый переход при 300 К без резкого изменения электропроводности. При фазовом переходе 230 К происходит резкое изменение ширины запрещенной зоны и по электропроводности переход типа металл-полупроводник.

[1] Salie E., Viswanathan K. Physical properties and phase transitions in WO_3 // Acta Cryst., 1975, v. A31, p. 256-359.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ Nb₂O₅ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВАРИСТОРНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ОЛОВА

И.А. Скуратовский¹, А.Б. Глот², Е.В. Скуратовская¹

¹ Днепропетровский национальный университет
49050, Украина, Днепропетровск, ул. Научная, 13

² Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca, México
E-mail: iskuratovsky@gmail.com

Современные варисторы изготавливаются из полупроводниковой керамики с сильной зависимостью электрической проводимости от напряженности электрического поля. Промышленная оксидно-цинковая варисторная керамика (ОЦВК) обладает высокой нелинейностью вольт-амперной характеристики (ВАХ), большой мощностью рассеяния, а также малыми токами утечки. Недостатками ОЦВК являются электрическая и термическая деградация, которая проявляется в ухудшении электрических параметров керамики при термообработке и длительном протекании электрического тока. До недавнего времени большой нелинейности ВАХ в материалах, отличных от ОЦВК, получить не удавалось. Ситуация изменилась с получением высоконелинейной варисторной керамики на основе диоксида олова, которая по своим нелинейным свойствам не уступает ОЦВК [1].

В данной работе исследованы электрические свойства варисторной керамики на основе диоксида олова в системе SnO₂-0,5 мол. % Bi₂O₃-0,5 мол. % Co₃O₄-0,05 мол. % Cr₂O₃ с различным содержанием добавки Nb₂O₅.

Вольт-амперные характеристики полученной керамики нелинейны, значение коэффициента нелинейности ВАХ ($\beta = \rho_c / \rho_d \approx \Delta \lg j / \Delta \lg E$, где ρ_c и ρ_d - статическое и дифференциальное удельное сопротивление керамики соответственно) изменяется от 35 до 48 при изменении содержания добавки Nb₂O₅. Электропроводность полученных материалов обусловлена комплексом электронных процессов, протекающих в области границ зерен (ГЗ), где при обжиге формируются потенциальные барьеры для основных носителей заряда [2].

Обнаружено, что при увеличении содержания добавки Nb₂O₅ от 0,05 до 0,1 мол. % уменьшаются значения коэффициента нелинейности ВАХ от 48 до 35, классификационной напряженности электрического поля E_1 (при плотности тока 1 мА см⁻²) от 3200 до 2300 В см⁻¹ и энергии активации электропроводности $E_a \approx 0,2 \Delta(\lg \sigma) / \Delta(10^3 / T)$ от 0,9 до 0,65 эВ.

Однократно и дважды ионизированные вакансии кислорода, а также примеси Nb⁵⁺, Sb⁵⁺, As⁵⁺ известны как доноры в диоксиде олова с различной энергией ионизации в диапазоне 0.024-0.72 эВ. Таким образом, Nb может быть донорной примесью в кристаллических зернах SnO₂ с малой энергией ионизации. Это означает, что энергия активации электропроводности с точностью до 0,1-0,2 эВ равна высоте потенциальных барьеров на ГЗ. Следовательно, увеличение содержания добавки Nb₂O₅ приводит к снижению высоты потенциальных барьеров на ГЗ.

В соответствии с [2], неомические свойства варисторных материалов удобно описывать при помощи нормализованного коэффициента нелинейности $\beta_E = \beta / E_1$, поскольку значение β зависит от статического сопротивления керамики. Уменьшение коэффициента нелинейности β и напряженности электрического поля E_1 в полученной керамике происходит таким образом, что величина нормализованного коэффициента нелинейности $\beta_E = 0,0154 \text{ нн } \hat{A}^{-1}$ практически не изменяется с изменением содержания Nb₂O₅.

[1] Skuratovsky I.A., Glot A.B. A novel tin dioxide based semiconductor ceramics: a material for high nonlinearity varistors// Func. Mater. - 2003. - V. 10, № 2. - P. 314-316.

[2] A.B. Glot, I.A. Skuratovsky Non-Ohmic conduction in tin dioxide based varistor ceramics// Materials Chemistry and Physics. – 2006. – V. 99. – P. 487-493.

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОРЯДКА В ГРАНУЛЯРНОЙ НАНОСТРУКТУРЕ $(\text{SiO}_2)_{100-x}\text{Co}_x/\text{GaAs}$

Т.В. Багмут

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

Целью данной работы является моделирование процессов электронного магнитно-резонансного поглощения в гранулярных магнитных наноструктурах. В качестве примера выбрана гетероструктура $(\text{SiO}_2)_{100-x}\text{Co}_x/\text{GaAs}$ [1]. Отметим, что уже имеется ряд работ, посвященных решению задач о влиянии структурных параметров на магниторезонансные свойства гранулярного образца. В частности, ценная информация о магниторезонансном поглощении в СВЧ диапазоне частот была получена в экспериментах, описанных в работах [2, 3], а также в ряде работ других авторов. Тем не менее, в моделировании процессов электронного спинового резонанса (ЭСР) остается ряд неразрешенных задач. Данная работа является очередным шагом в изучении особенностей ЭСР в таких сложных средах, как магнитные гранулярные структуры.

Построена гипотеза, которая позволяет говорить о том, что магнитные кластеры в гранулярном образце имеют форму эллипсоидов, сплюснутых по нормали к плоскости образца (рис. 1).

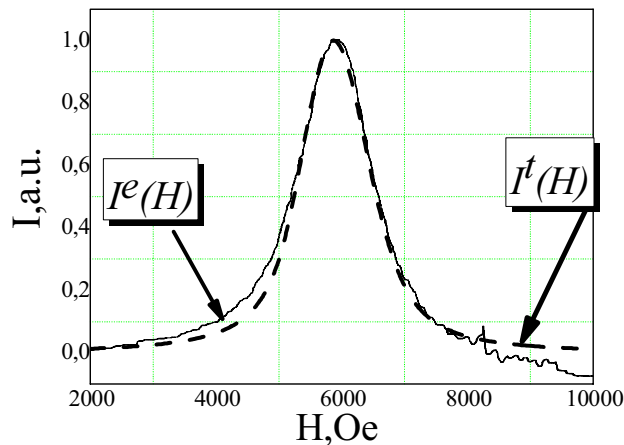


Рис.1 Экспериментальная $I^e(H)$ и расчетная $I^t(H)$ линии спектра ФМР для образца $(\text{SiO}_2)_{100-x}\text{Co}_x/\text{GaAs}$ при $x = 85\%$, $\nu_{res} = 25,695$ GHz, $H_{res} = 5926$ Oe, $T = 300$ K.

Таким образом, в результате ФМР исследований гранулярной наноструктуры были определены формы магнитных кластеров в исследуемой структуре. Показано, что форма магнитных кластеров зависит от концентрации магнетика и может быть аппроксимирована эллипсоидами вращения. При этом, чем ниже степень магнитного порядка в наноструктуре, тем больше форма кластеров приближается к сферической.

- [1] Луцев Л.В., Стогний А.И., Новицкий Н.Н. Гигантское инжекционное магнитосопротивление в гетероструктурах арсенид галлия/гранулированная пленка с наноразмерными включениями кобальта // Письма в ЖЭТФ. - 2005. - 81. - 10. - С. 636-641.
- [2] Каплиенко А.И., Николова Э.П., Кутько К.В., Андерс А.Г., Зорченко В.В., Стеценко А.Н. Магнитный резонанс и осцилляции магнитной анизотропии в сверхрешетках Co/Cu (111) // Физика низких температур. - 2005. - 31. - №3/4. - С. 471-478.
- [3] Kakazei G.N., Pogorelov Yu.G., Lopes A.M.L., et al. Tunnel magnetoresistance and magnetic ordering in ion-beam sputtered $\text{Co}_{80}\text{Fe}_{20}/\text{Al}_2\text{O}_3$ discontinuous multilayers // Journal of Applied Physics. - 2001. - 90. - №8. - P.4044-4048.

ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО БАРЬЕРА В КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ ПОЛИЭТИЛЕН-ГРАФИТ

А.В. Дегтярёв, А.С. Тонкошкур

Днепропетровский национальный университет
49050, г. Днепропетровск, ул. Научная, 13
e-mail: artem-2001st@yandex.ru

Композиционные материалы на основе структуры полиэтилен-графит обладают позисторным эффектом, а следовательно и нелинейной вольт-амперной характеристикой (ВАХ). Объёмная концентрация проводящего наполнителя в полимерной матрице не превышает 50%, что в свою очередь свидетельствует о значительном расстоянии между частицами графита ($d \sim 10^{-7}$ м), размер частицы графита $l \sim 1$ мкм. Поэтому одним из наиболее вероятных механизмов протекания тока через потенциальный барьер частица графита - полиэтилен - частица графита является прыжковая проводимость по локальным центрам, расположенных в диэлектрической прослойке [1]. Из-за неоднородности структуры полиэтилен-графит расстояние между проводящими частицами различно, поэтому при формировании токопроводящих каналов участвует не весь объём материала, а только его часть.

В настоящей работе рассмотрена полевая зависимость тока контактных барьеров, образованных частицами графита и полиэтилена, с использованием перколяционной теории [2], согласно которой данная структура соответствует решеточной кубической модели связей. Здесь узлами являются частицы, а связями потенциальные барьеры. При рассмотрении данной задачи с учётом [2,3] можно получить следующую зависимость для падения напряжения на барьере и тока проходящего через барьер

$$U_a = B \cdot l \cdot f(\xi_c)^{-\nu} E, \quad j_a = A \cdot l \cdot f(\xi_c)^{-\nu} U_a \sigma,$$

где A, B – постоянные порядка единицы, $f(\xi_c)$ – плотность распределения эффективной высоты потенциального барьера, σ – электропроводность, ν – индекс радиуса корреляции теории протекания ($\nu = 0,9$). В результате получим зависимость $j_c(U_c)$ – рис.1.

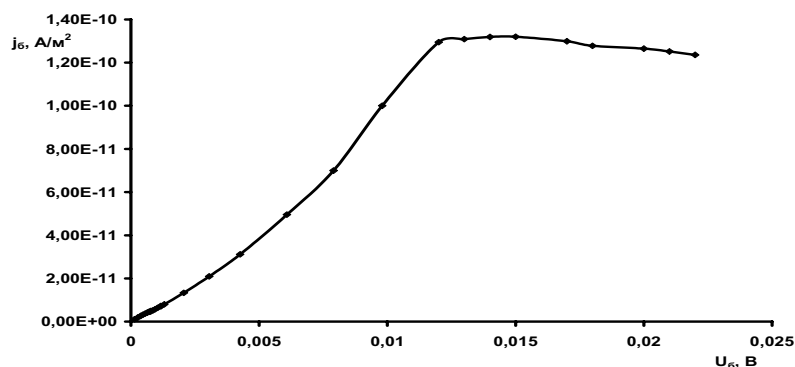


Рис.1. Полевая зависимость тока контактного барьера полиэтилен-графит

- [1] А.В. Дегтярёв, О.С. Тонкошкур Электропроводність позисторних композитів поліетилен-графіт // УФЖ. - 2007. - 52, № 9. - С. 864-868.
- [2] Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Электронные свойства легированных полупроводников. – М.: Наука, 1979. – 416 с.
- [3] А.С. Тонкошкур, С.Ф. Скляр, О.П. Мысов, М.П. Сухой К определению полевой зависимости электропроводности контактных барьеров неоднородных структур // Материалы электронной техники. Сборник научных трудов, Днепропетровск: ДГУ, 1987, С. 25- 30.

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕЗИСТОРОВ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ

А.Ю. Ляшков, И.В. Гомилко, А.С. Тонкошкур, А.В. Дегтярев

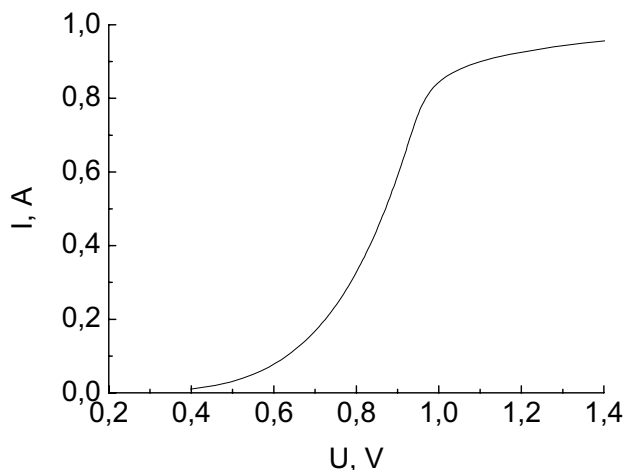
*Днепропетровский национальный университет
Украина, 49050, Днепропетровск, ул. Научная, 13
e-mail: vdu@yandex.ru*

Развитие электроники и электротехники в значительной степени связано с широким применением нелинейных элементов – приборов и устройств, эксплуатационной характеристикой которых является нелинейная функциональная зависимость. Основной структурной единицей современного полупроводникового прибора является асимметричный потенциальный барьер, с которым связана асимметричная ВАХ. Одной из насущных задач является поглощение энергии коммутационных пульсаций, которые принципиально неустраняемы, с целью стабилизации напряжения и защиты приборов и элементов цепей. Это в свою очередь требует создания нелинейных резисторов с симметричной ВАХ и большой рассеиваемой мощностью.

В отличие от традиционных кремниевых полупроводниковых приборов (тиристоры, диоды, стабилитроны), варисторы структурно представляют собой поликристалл и содержат, соответственно, большое количество элементарных энергетических барьеров на границах между зёрнами материала. Энергия поглощаемых электрических импульсов, таким образом, более равномерно распределяется по объёму варистора, чем в традиционных приборах на основе монокристаллов. Это и обуславливает большую рассеиваемую мощность этого класса приборов.

Однако в варисторах наблюдается неоднородность плотности тока протекающего через его сечение. Что может приводить к локальному перегреву в полупроводниковом материале и лавинообразному увеличению плотности тока в данной части образца с последующим электрическим пробоем.

При введении в объём варисторной керамики материала с положительным температурным коэффициентом сопротивления должен возникать эффект локального ограничения плотности тока. Что привело бы к более равномерному распределению тока в поперечном сечении керамического элемента и соответственно к повышению его надёжности и эксплуатационных характеристик.



В данной работе приведены результаты моделирования электрических свойств такого прибора, который объединяет в себе одновременно свойства варистора и терморезистора.

Мы можем рассматривать наш элемент как два последовательно соединенных нелинейных резистора вольт-амперные характеристики (ВАХ) которых можно определить выражениями

$$I_1 = U_1^{\beta_1}, \quad U_2 = I_2^{\beta_2}.$$

Использование этих выражений позволяет предположить возможность создания нелинейного элемента с ВАХ изображенной на рис. 1.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПЛЕНКИ МАНГАНИТА $\text{La}_{0.775}\text{Sr}_{0.225}\text{MnO}_3$ МЕТОДОМ ЭСР ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 4.2 К

М.К. Ходзицкий

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

Повышенный интерес к изучению магнитных свойств пленок манганитов системы $\text{R}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$ (R – редкоземельный элемент, A=Ba, Sr, Ca и др.) связан, прежде всего, с эффектом колоссального магнитосопротивления [1] и возможностью проверки существования отрицательного преломления в ферромагнитных металлах, вследствие металлического ферромагнитного состояния манганитов ниже температуры Кюри [2].

В данной работе была изучена пленка манганита лантана $\text{La}_{0.775}\text{Sr}_{0.225}\text{MnO}_3$ (размеры пленки 20 мм x 20 мм x 540 нм). Исследованы магнитные свойства пленки манганита методом Электронного Спинового Резонанса (ЭСР) при температуре 4.2 К в диапазоне частот 66-75 ГГц с помощью автоматизированного радиоспектрометра "БУРАН". Зарегистрированы линии ферромагнитного резонансного (ФМР) поглощения для различных частот. Обнаружены и проанализированы асимметричность формы линия поглощения и зависимость ширины линии от добротности резонансной моды открытого резонатора. Построена зависимость резонансной частоты от резонансного магнитного поля. Рассчитана намагниченность насыщения манганита. Определен диапазон магнитных полей, в котором действительная часть магнитной проницаемости манганита имеет отрицательный знак при постоянной частоте.

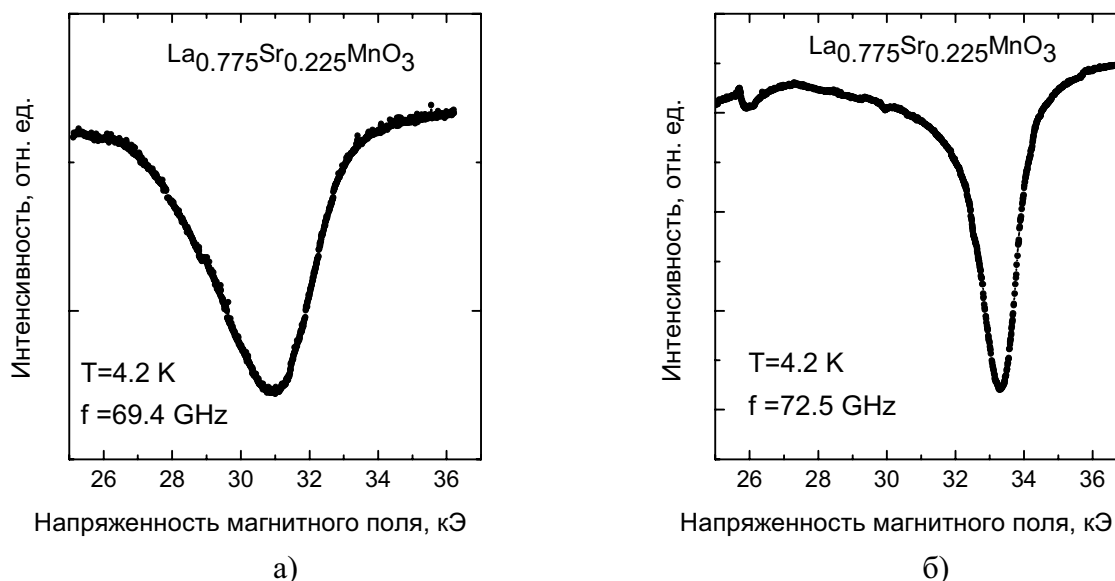


Рис. 1. ФМР спектр манганита $\text{La}_{0.775}\text{Sr}_{0.225}\text{MnO}_3$ при $T=4.2$ К (а) на частоте 69.4 ГГц (б) на частоте 72.5 ГГц

- [1] M. Viret, "Low-field colossal magnetoresistance in manganite tunnel spin valves", *Europhys. Letters*, vol. 39, p.545-550, 1997.
- [2] A. Pimenov, "Negative Refraction Observed in a Metallic Ferromagnet in the Gigahertz Frequency Range", *Physical Review Letters*, vol. 98, no. 19, p. 197401-1, 2007.

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАРЯДА НЕПОДВИЖНЫХ ДИСЛОКАЦИЙ В КРИСТАЛЛАХ ZnS С ПОМОЩЬЮ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ.

О.В. Хмеленко, К.А. Селин, Ю.Н. Стриж

*Кафедра физики, электроники и компьютерных систем
Днепропетровский национальный университет
49050, г. Днепропетровск, ул. Научная, 13
e-mail: khmelenko@ukr.net*

Известно, что дислокации, которые двигаются во время пластической деформации в кристаллах соединений II-VI имеют, электрический заряд. Электрический заряд на движущихся дислокациях является причиной ряда интересных и важных физических явлений происходящих в данных полупроводниках, среди них: дислокационные токи, деформационная люминесценция, фото- и электропластический эффект и т.д. Тем не менее до сегодняшнего дня не один из похожих эффектов не наблюдался для статического случая. Более того, долгое время не существовали методы для определения величины заряда неподвижной дислокации. Первый раз это было сделано для ZnS – кристаллов, во время изучения метода ЭПР изменения состояний заряда парамагнитных ионов в электрических полях неподвижной дислокации. Продолжив данные исследования, мы обнаружили что под действием света ультрафиолетовой лампы равновесная концентрация светочувствительных парамагнитных центров Fe^{3+} в Ридовских цилиндрах больше, чем после ее выключения. Продолжительность процесса восстановления после окончания воздействия составляет 20-30 минут. Мы склонны объяснять это зависимостью величины заряда неподвижной дислокации от состояния электронной подсистемы кристаллов. Вполне вероятно, что заряд дислокации зависит не только от ионного компонента, но также от степени заполнения электронами дислокационного уровня. Если мы правы, также по отношению к фотопластическому эффекту который имеет место в области пластической деформации, влияние света на эластические свойства ZnS кристаллов должно быть выведено. Диаграмма деформации в области пластичности не показывает эффекта воздействия из-за своего небольшого размера. Но нам удалось обнаружить ее во время изучения спектров ЕПР ионов Mn^{2+} при пластической деформации кристаллов ZnS. Как было показано ранее, изменение спектров ЕПР позволяет заметить в данных кристаллах обратимое движение дислокаций в пластичной области. В данной работе представляются экспериментальные результаты, которые свидетельствуют о соответствии изменений «кинетики» такого перемещения дислокаций и делают вывод о влиянии ультрафиолетового воздействия на их заряд.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МАГНИТНОЙ ФАЗЫ НА СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ МАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ НАНОСТРУКТУР Co-SiO_2

Ю.И. Чекрыгина¹, М.К. Ходзицкий², Т.В. Багмут²

¹Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21

²Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины

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

e-mail: ship@kpi.kharkov.ua

Гранулированные наноструктуры являются перспективным материалом для применения в спинтронных и СВЧ-устройствах. Прикладные свойства таких материалов определяются внутренней структурой, сведения о которой можно получать косвенным способом на основе анализа статических и динамических (метод ФМР) магнитных характеристик.

В данной работе исследованы гранулированные наноструктуры $\text{Co}_x(\text{SiO}_2)_{1-x}$ с концентрацией магнитной фазы Co от 20 до 85 ат.%, изготовленные методом ионно-лучевого распыления.

Статические измерения были проведены с помощью высокочувствительного вибрационного магнетометра в магнитном поле до 5 кЭ при комнатной температуре. Методом ФМР регистрировались частотно-полевые зависимости в диапазоне частот 22-27 ГГц (рис.1).

Установлено, что при увеличении концентрации магнитной фазы наблюдаются изменения намагниченности насыщения, формы петель гистерезиса и коэрцитивной силы. Образцы, содержащие 70 и 85 ат. % Co, являются ферромагнитными и имеют ярко выраженный выход на насыщение в полях 1,5 кЭ. Для пленок с концентрацией магнитной фазы около 60 ат.% наблюдали уширение области гистерезиса. Резкий спад намагниченности обнаружен в области концентраций 50-55 ат.%. Значения намагниченности, рассчитанные на основе данных, полученных с помощью метода ФМР при использовании формулы Киттеля [1], хорошо согласуются с данными статических измерений. В области малых концентраций форма петель гистерезиса свидетельствует о суперпарамагнитном состоянии магнитной фазы. Таким образом, область концентраций 50-55 ат.% является зоной изменения магнитного состояния и характеризуется наименьшими размерами магнитных частиц. Это предположение подтверждают расчеты намагниченности систем суперпарамагнитных частиц с разными размерами (рис.2).

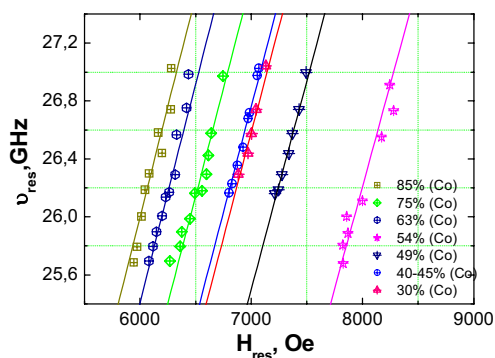


Рис.1

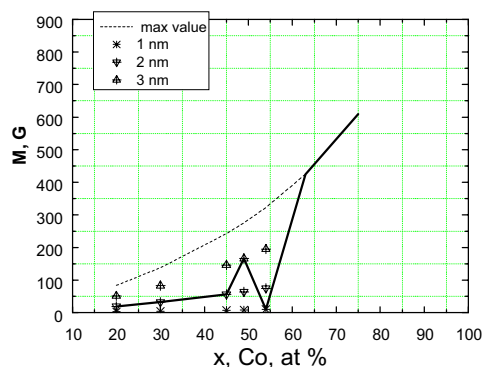
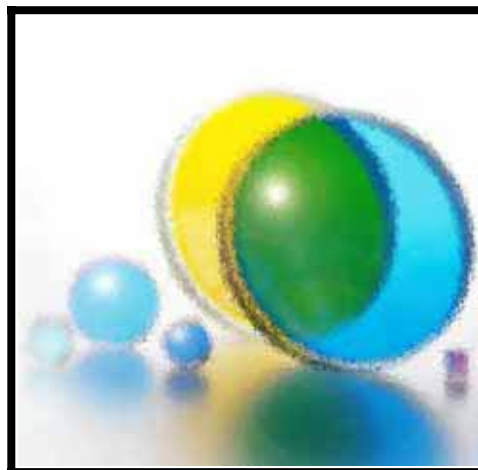


Рис.2

[1] Kittel C., *Introduction to Solid State Physics*, Wiley, New York, 1996



Пленарні доповіді

Біофізика

**Мікрохвильова та
Твердотільна Електроніка**

Радіофізика Твердого Тіла

Оптика та Фотоніка

**Теор. та Експериментальна
Електродинаміка
Радіолокація та Дистанційне
Зондування**

РЕЗОЛЬВЕНТНЫЙ ОПЕРАТОР УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА ДЛЯ 6-МЕРНОГО ВЕКТОРА ПОЛЯ В ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ

А.В. Возианова, А.Г. Нерух

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14

e-mail: annavenus@mail.ru

Современное развитие технологий требует исследования электромагнитных нестационарных полей в сложных ограниченных средах, (например, киральные среды, движущиеся среды, искусственные среды, метаматериалы и т.п.). Моделирование соответствующих явлений приводит к необходимости решения сложных начально-краевых электромагнитных задач с явным учетом зависимости полей от времени, как правило, отличающейся от гармонической. Очень часто в таких задачах векторная структура поля имеет существенное значение и ее приходится учитывать. При этом не удастся разделить материальные уравнения на независимые электрическую и магнитную составляющие, и тогда необходимо учитывать существенно 6-мерную структуру электромагнитного поля.

Наряду с дифференциальным подходом к описанию электромагнитного поля, новым мощным и быстро развивающимся средством для временного моделирования электромагнитных процессов в сложных структурах являются сейчас интегральные уравнения [1]. Важным является развитие аналитических методов исследования и построение на их базе аналитико-численных схем исследований, позволяющих проводить анализ явлений распространения электромагнитных волн в сложных средах, актуальный как теоретически, так и с практической точки зрения.

Формулирование интегральных уравнений во временной области, независимо от способа их дальнейшего решения, требует знание явного выражения для пространственно-временной функции Грина. В работе [2] рассмотрена полная функции Грина свободного пространства для уравнений Максвелла во временной области. Функция Грина получена с помощью метода операторов распространения (пропагаторов), обычных в квантовой механике, но сравнительно редко используемых в классической электродинамике.

В данной работе приводится общий подход к исследованию начально-краевой задачи для уравнений Максвелла в однородной среде во временной области, путем сведения их к интегральному уравнению Вольтера второго рода для 6-мерного вектора поля. Это достигается с помощью полученной функции Грина в 6-мерной формулировке во временной области. Интегральное уравнение эквивалентно уравнениям Максвелла и содержит в себе начальные и граничные условия, а также единым образом определяет поле во всем пространстве, включая как нестационарную область неоднородности, так и окружающее пространство. Получен разрешающий (резольвентный) оператор для этого уравнения, и он применен к исследованию преобразования плоской волны, а также излучения сосредоточенного источника в однородной безграничной среде с резкими временными изменениями параметров, в плазме и в полупространстве.

[1] J. Pingenot, S. Chakraborty, V. Jandhyala, Polar integration for exact space-time quadrature in time-domain integral equations, IEEE Trans. on Antennas and Propag., 2006, vol. 54, No 10, pp. 3037-3042

[2] R. Nevels, J. Jeong: The time domain Green's function and propagator .IEEE Trans. on Antennas and Propag., vol. 52, pp. 3012-3018, 2004.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА

Вознюк Е.В., Старчевский Ю.Л., Мачехин Ю.П.

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14
e-mail: evgeniy85@list.ru

Современные проводные и мобильные системы связи и передачи информации являются самыми востребованными на рынке информационных услуг. Эти системы связи находятся в постоянном развитии, поскольку растущие объемы передаваемой информации требуют уникальных скоростей передачи информации. Одним из основных направлений увеличения скорости передачи информации является увеличение оптических каналов в существующих оптических магистральных линиях связи.

Цель работы заключается в решении фундаментальных вопросов применения для DWDM систем [1] лазерных источников с широким дискретным оптическим спектром излучения. Исследованное направление развития высокоскоростных ВОЛС позволит обеспечить с помощью одного лазера несколько тысяч (в перспективе сотен тысяч) оптических каналов связи для действующих DWDM систем.

В данной работе рассмотрены основные технологии, используемые в системах передачи данных по оптоволоконным линиям связи, а также конструкция фемтосекундного лазера на основе Cr^{4+} : YAG. Пример структуры системы передачи данных, в которой используется фемтосекундный лазерный источник, является схема [1], приведенная на рис.1. Исследованное направление развития высокоскоростных ВОЛС позволит обеспечить с помощью одного лазера несколько тысяч (в перспективе сотен тысяч) оптических каналов связи для действующих DWDM систем. Такие системы в проекте предложено называть FLN (Femtosecond Laser Network).

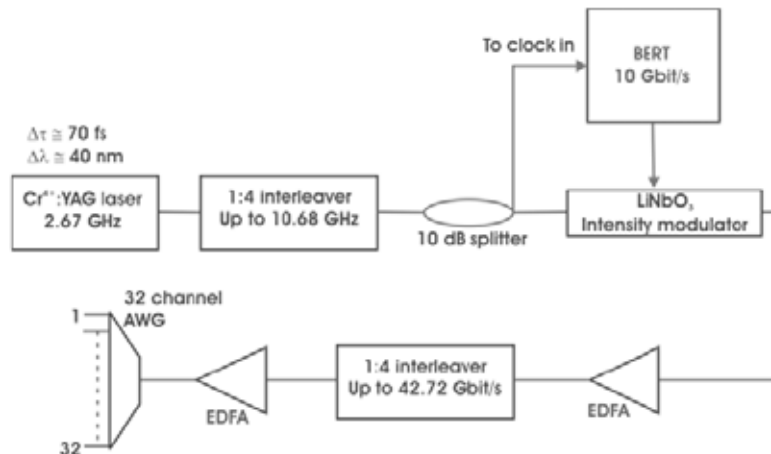


Рис. 1

Существующие источники излучения DWDM систем являются их наиболее слабым местом, которое ограничивает дальнейшее развитие пропускной способности и скорости передачи информации.

Настоящая работа представляет собой результаты исследований направленные на решение фундаментальных вопросов применения для DWDM систем лазерных источников с широким дискретным оптическим спектром излучения.

[1] Андрэ Жирар. Руководство по технологии и тестированию систем WDM. – М.: EXFO, 2001. – 252 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТО-ПОЛЕВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОМЕРНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА (ПОЛУПРОВОДНИК-ДИЭЛЕКТРИК) В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН

Гирич А.А.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14, каф. ФОЭТ, тел. (38-057) 702-10-57
Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
61085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
e-mail: physics@onet.com.ua*

Изучение спектральных свойств магнитофотонных кристаллов (МФК) представляет собой актуальную фундаментальную задачу. В частности МФК построенные на основе полупроводниковых элементов являются многообещающим объектом как с теоретической [1] так и с экспериментальной [2] точки зрения.

В данной работе приведен расчет зонного спектра электромагнитных волн одномерного фотонного кристалла (полупроводник-диэлектрик) на основе InSb в 8 мм диапазоне длин волн, помещенного в постоянное магнитное поле. Магнитное поле в рассматриваемой структуре направлено параллельно плоскостям слоев и перпендикулярно направлению волнового вектора. Волновой вектор направлен перпендикулярно поверхности слоев и совпадает с направлением оси z. Также проведен расчет электрического поля вдоль оси распространения электромагнитной волны, рассчитаны коэффициенты отражения и прохождения электромагнитной волны. Расчеты проводились для миллиметрового диапазона длин волн методом матриц переноса.

В работе проанализирована зависимость ширины зоны пропускания в рассматриваемой структуре от величины напряженности магнитного поля (рис. 1). На рис. 1 сплошной линии соответствует поле 0 кЭ, а пунктирной 1 кЭ. Показано, что эта величина для InSb составляет 2.5 ГГц/кЭ. Показано, что величиной разрешенной зоны можно эффективно управлять при помощи приложенного внешнего магнитного поля. Обнаружено, что при больших значениях частоты столкновений происходит разрушение зонной структуры спектра из-за значительного затухания волн. Обнаружено, что амплитуда коэффициента пропускания в запрещенной зоне обратно пропорциональна декременту затухания электромагнитного поля вдоль оси z. Показано, что запрещенная зона возникает в случае, когда прямые и отраженные волны на границах слоев структуры находятся в противофазе. Проанализировано затухание колебаний вдоль оси z, происходящее при этом.

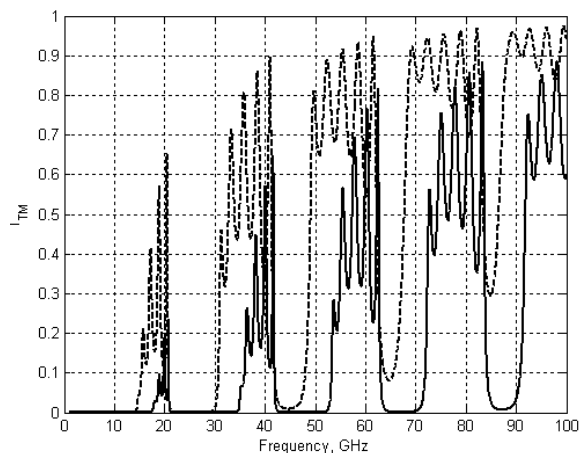


Рис. 1 – Зависимость спектра пропускания фотонного кристалла от постоянного магнитного поля

1. А.А. Булгаков, О.В. Шрамкова «Исследование коэффициента отражения от полупроводниковой сверхрешетки, помещенной в магнитное поле», Физика и техника полупроводников, 2000, том 34, вып. 6
2. Н. Shimizu, М. Miyamura and М. Tanaka, 2001, Appl.Phys. Lett., **78**, 1523

ВЫЧИСЛЕНИЕ СПЕКТРА КВАНТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗОНАНСНОГО ФОТОДЕТЕКТОРА С ДЕФЕКТОМ ВЕРХНЕГО ЗЕРКАЛА

С.В. Грищенко¹, А.А. Демин¹, В.В. Лысак²

¹ *Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 61166 Харьков, Украина*

² *Department of Information and Communications, Gwangju Institute of Science and Technology, Republic of Korea*

e-mail: s_gryshchenko@kture.kharkov.ua

В последние годы резонансные фотодетекторы (РФД) являются перспективными элементами оптических соединений, систем обнаружения и метрологии. В РФД происходит значительное усиление оптического поля за счет многократных переотражений излучения между зеркалами резонатора. В качестве зеркал используют распределенные Брегговские отражатели (РБО). Обладая высоким быстродействием и возможностью выделить необходимый узкий спектр колебаний, РФД являются наиболее подходящими устройствами для систем передачи данных. Наличие резонатора ведет к узкой полосе пропускания. Однако, для некоторых приложений необходимы приемники с плоской вершиной спектра. В этой работе мы исследуем возможность получения спектра квантовой эффективности (КЭ) с плоской вершиной, используя дефект периодической структуры верхнего РБО.

Схематическая структура РФД на основе $In_{0.2}Ga_{0.8}As/GaAs$ представлена на рис. 1. Поглощающий слой $In_{0.2}Ga_{0.8}As$ помещен между двумя разделительными слоями GaAs. Верхнее и нижнее РБО выполнено из четверть волновых слоев $Al_{0.65}Ga_{0.35}As/GaAs$ с Брегговской длиной волны 980 нм.

Для получения КЭ необходимо вычислить спектры отражения и пропускания. При этом мы пренебрегаем потерями в зеркалах и разделительных слоях. Из закона сохранения энергии отраженная R , поглощенная A и прошедшая энергия должны удовлетворять следующему условию:

$$R + A + T = 1.$$

Так как мы пренебрегаем поглощением вне поглощающего слоя, КЭ, η_a , фактически является A .

Расчет КЭ проводился с помощью метода матриц переноса. Дефект верхнего зеркала резонатора привел к появлению плоской вершины спектра КЭ. Максимальное значение КЭ для предложенной структуры составило 93.5%. Спектральная ширина плоской вершины - 3 нм.

[1] Unlu M. S., Strite S. Resonant Cavity enhanced photonic devices. J. Appl. Phys. 1995. Vol. 78, № 2. P. 607–639.

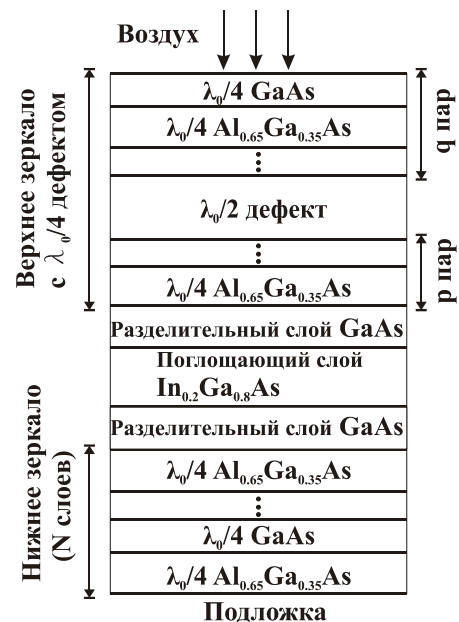
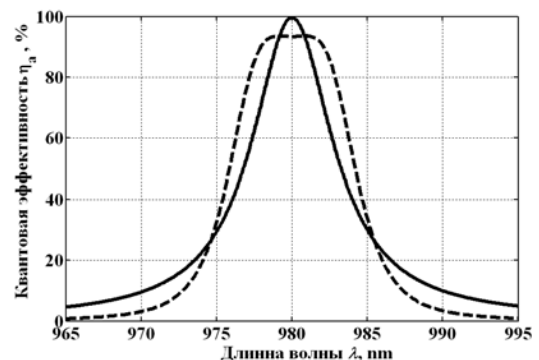


Рис.1 Схематическая структура РФД



МЕТОДИКА УЧЕТА ХРОМАТИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ ПРИ РАСЧЕТЕ ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ МЕТОДОМ РАЗЛОЖЕНИЯ ПО ПЛОСКИМ ВОЛНАМ

И.В. Гурьев, И.А. Сухоиванов, А.С. Гнатенко, В.И. Липкина

¹Lab. "Photonics", KhNURE, Kharkiv, Ukraine
e-mail: i.guryev@kture.kharkov.ua

²FIMEE, Universidad de Guanajuato, Salamanca, Mexico,
e-mail: i.sukhoivanov@ieee.org

Основными методами для расчета зонных структур фотонных кристаллов (ФК) является метод разложения по плоским волнам, а также метод конечных разностей во временных интервалах (МКР). Оба эти метода имеют ряд существенных недостатков. Метод разложения по плоским волнам не позволяет учитывать хроматическую дисперсию материала, потери и усиление излучение. С другой стороны, использование МКР может привести к потере некоторых решений, кроме того МКР требует значительно большего времени расчета.

В данной работе предложена методика учета хроматической дисперсии при расчете зонных структур методом разложения по плоским волнам. Для того, чтобы показать необходимость учета хроматической дисперсии, в работе проводится сравнение между зонными структурами, рассчитанными с учетом и без учета хроматической дисперсии.

Предложенная методика основана на множественном решении задачи на собственные значения для уравнения Гельмгольца [1]. При каждом решении показатель преломления материала изменяется в соответствии с хроматической дисперсией. После этого необходимо найти линии пересечения поверхностей, образованных множеством зонных структур, полученных для различных показателей преломления, с поверхностью, образованной параллельным переносом кривой хроматической дисперсии, на все значения волнового вектора зонной структуры. Пересечение между поверхностью хроматической дисперсии и поверхностью, образованной одной из зон, даст новую зону с учетом хроматической дисперсии. На рис. 1 показан пример такого расчета, проведенный для ФК, изготовленного из GaAs. Как видно из рис. 1в, учет хроматической дисперсии приводит к существенному сдвигу зон по оси частот.

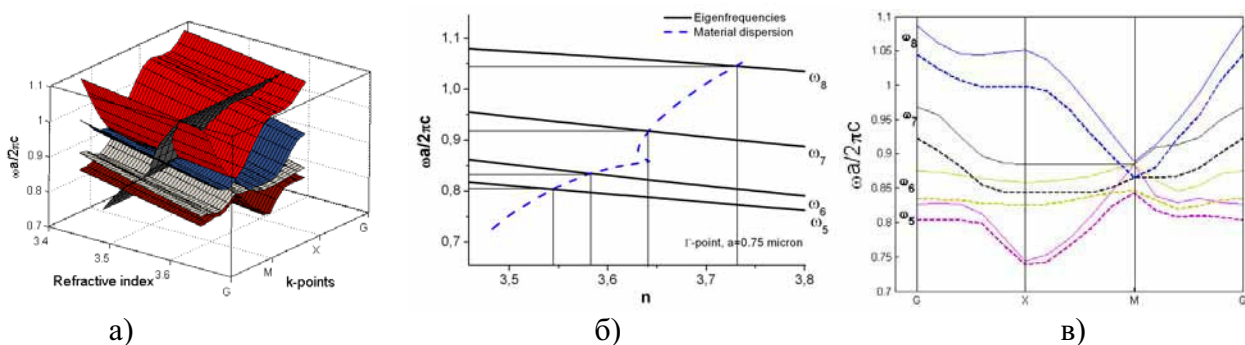


Рис. 1 – (а) Поверхности, образованные кривой хроматической дисперсии и зонной структурой ФК; (б) Зависимость собственных частот в точке Γ от показателя преломления (сплошная линия) и хроматическая дисперсия для GaAs (пунктирная линия) [2]; (в) сравнение между зонной структурой с учетом (пунктирная линия) и без учета (сплошная линия) хроматической дисперсии

[1]K. Sakoda, *Optical Properties of Photonic Crystals*, Springer Series in Optical Sciences Vol. 80, SpringerVerlag, Berlin, 2001

[2]Ioffe institute official web-site (reference data on semiconductors properties):
<http://www.ioffe.rssi.ru/SVA/NSM/Semicond/GaAs/optic.html>

РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА ПО СПЕКТРУ ВОСХОДЯЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ МОРЯ

Е.Н. Корчёмкина

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

Для проведения глобальных исследований биооптических свойств поверхностных вод наиболее удобной гидрооптической характеристикой является коэффициент яркости моря. Спектр восходящего излучения зависит от взвешенных и растворенных в воде органических веществ, при этом количество неизвестных характеристик среды существенно превышает количество измеряемых параметров. Оценка характеристик водных масс по данным коэффициента яркости представляет собой классическую обратную задачу.

Целью работы является восстановление спектральных свойств поглощения фитопланктона и концентраций примесей морской воды по данным коэффициента яркости. В работе использовались данные коэффициента яркости первого и второго уровней обработки, полученные со спутника SeaWiFS, для района Южного берега Крыма, а также результаты измерений коэффициента яркости в Черном море с океанографической платформы вблизи пос. Кацивели в летний период 2002 – 2004 г.

Была построена математическая модель, описывающая зависимость коэффициента яркости от поглощающих и рассеивающих свойств оптически активных компонентов, таких как пигменты фитопланктона, растворенное органическое вещество и непоглощающая взвесь. Разработан итерационный алгоритм, позволяющий рассчитывать концентрации примесей и спектры поглощения пигментов фитопланктона. Оригинальность алгоритма заключается в том, что вычисление концентрации каждой примеси производится в том спектральном диапазоне, где ее влияние на коэффициент яркости проявляется наиболее существенно.

Для совершенствования методов атмосферной коррекции спутниковых данных предлагается считать постоянными значения коэффициента яркости на концах видимого диапазона. Показано, что введение такой поправки снижает чувствительность результатов к погрешностям входных данных и делает алгоритм менее зависимым от изменения входных параметров оптической модели.

При помощи разработанного алгоритма были восстановлены концентрации пигментов по спутниковым данным и по данным с поверхности. Построены карты распределения хлорофилла в исследуемом районе. Полученные величины концентраций соответствуют типичным для прибрежных районов Черного моря в летний период. Восстановленные значения лучше соответствуют биологическим данным, чем результаты расчетов по эмпирическим формулам OC4 [1]. Кроме того, алгоритм позволяет восстанавливать спектры поглощения пигментов фитопланктона. Рассчитываемые спектры получены при модельных допущениях и не могут считаться абсолютно достоверными, однако дополнительные максимумы, обнаруживаемые в них, позволяют судить о наличии в воде микроорганизмов, не обнаруживаемых стандартными биологическими методами.

[1] O'Reilly J.E., Maritorena S., Siegel D. et al. SeaWiFS Postlaunch Calibration and Validation Analyses, Part 3. NASA Tech. Memo, Vol. 11. / Eds. S.B. Hooker and E.R. Firestone. – NASA Goddard Space Flight Center. – 2000. – 49 p.

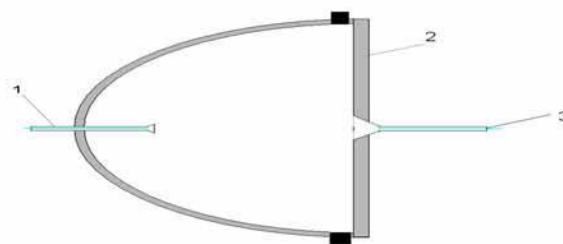
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МОДУЛЯЦІЙНОЇ ЛАЗЕРНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ МЕТАНОГІДРАТІВ НА ДНІ ЧЕРНОГО МОРЯ

Кухтін С.М., Гнатенко О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра ФОЕТ
61166, м. Харків, пр.Леніна 14
Email:sergeikukhtin_86@mail.ru

Потенційні можливості використання морських запасів гідратів метану та легких вуглеводнів, як джерел природного газу, сьогодні розглядаються як одна з основних перспектив світової енергетики. За сучасними оцінками запаси природного газу в метаногідратних родовищах Чорного моря можуть складати 60-75 трлн. кубометрів при річній потребі Україною газу до 85 млрд. кубометрів. Пошук таких родовищ, оцінка запасів з високою точністю сьогодні є пріоритетним завданням у цій сфері. Цей проект спрямований на дослідження основних фізичних умов роботи дистанційного модуляційного лазерно-спектрометричного методу як одного з перспективних методів пошуку та детектування гідратів метану та легких вуглеводнів у воді під високим тиском. Проектом передбачені дослідження в двох напрямках. По-перше, будуть проведені дослідження динаміки змін у структурі спектрів поглинання метану в спектральному діапазоні вікон прозорості кварцевого волокна від 1,2 мкм до 1,35 мкм і від 1,45 мкм до 1,65 мкм, (на сьогодні вивчених недостатньо) у залежності від умов знаходження його у водяних розчинах (гідратні або кластерні з'єднання під високим тиском). По-друге, будуть вивчені умови використання волоконної оптики для забезпечення взаємодії лазерних пучків із середовищем поглинання, а також для передачі оптичних сигналів на великі відстані у воді.

В якості пристрою, який забезпечує взаємодію лазерного випромінювання з середовищем використовується полий відбивач. Він складається з першої відбивної поверхні на основі половини еліпсоїда обертання і другої плоскої відбивної поверхні. Вікно сформовано в другій відбивній поверхні. Засіб опромінення включає оптичні волокна розташовані біля першого фокусу та у вихідному вікні (Мал. 1). При роботі лазерне випромінювання, яке вийшло з першого фокусу виходить прямо або після декількох відбиттів від першої /другої відбивної поверхні через вікно для подальшої обробки та аналізу.



Мал.3 Полий відбивач

1-вхідне оптичне волокно, 2-відбивна поверхня, 3-вихідне оптичне волокно

У результаті проведених досліджень буде створена науково обґрунтована база використання методу модуляційної лазерної спектроскопії разом із волоконно-оптичною системою для дистанційної реєстрації метаногідратів у воді.

МЕТОД РАЗЛОЖЕНИЯ ПО ПЛОСКИМ ВОЛНАМ ДЛЯ РАСЧЕТА ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ ОДНОМЕРНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА

Гнатенко А.С., Липкина В.И., Гурьев И.В.

Lab. "Photonics", KhNURE, Kharkiv, Ukraine
e-mail: gnatenko@meta.ua

Фотонные кристаллы (ФК) представляют собой класс оптических материалов, для которых характерно наличие следующих двух свойств: первое – это периодическая модуляция диэлектрической проницаемости с периодом, сравнимым с длиной волны света [1]. Второе – наличие связанной с периодичностью кристалла *полной* фотонной запрещенной зоны (ФЗЗ) в спектре собственных электромагнитных состояний кристалла. Это означает, что в данном спектральном диапазоне излучение не может распространяться в образце ни в одном из возможных направлений.

Данная работа посвящена расчету зонной структуры одномерного ФК, которая является одной из основных характеристик, описывающих его оптические свойства. Расчет проводился методом разложения по плоским волнам [2]. Этот метод заключается в решении задачи на собственные значения для одномерного уравнения Гельмгольца. В результате были получены множества собственных частот ФК, для значений волнового вектора, лежащих в пределах первой зоны Бриллюэна, а также проведен анализ поведения ФЗЗ при изменении параметров ФК.

Расчет проводился для ФК, состоящего из двух типов слоев, имеющих различные толщины и значения диэлектрической проницаемости среды. На рисунке 1 приведены результаты расчета зонной структуры для одномерных ФК, имеющих следующие диэлектрической проницаемости и толщины первого и второго слоев соответственно: а) $\varepsilon_1 = 1, \varepsilon_2 = 3, a_1 = 0.33 \mu\text{м}, a_2 = 0.66 \mu\text{м}$; б) $\varepsilon_1 = 1, \varepsilon_2 = 9, a_1 = 0.33 \mu\text{м}, a_2 = 0.66 \mu\text{м}$, в) $\varepsilon_1 = 1, \varepsilon_2 = 9, a_1 = 0.33 \mu\text{м}, a_2 = 2 \mu\text{м}$

В результате расчетов было выявлено увеличение ширин фотонных запрещенных зон

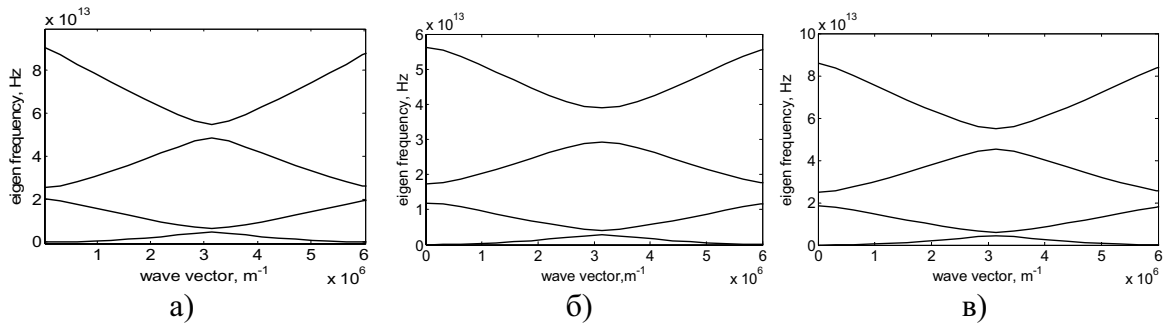


Рис. 1 – рассчитанные зонные структуры одномерного ФК с различными параметрами

при увеличении диэлектрической проницаемости среды слоя с большим его значением. В то же время, при увеличении его толщины происходит уменьшение ширины ФЗЗ.

[1] В.А. Кособукин, "Фотонные кристаллы" Окно в Микромир, No. 4, 2002

[2] К. Sakoda, *Optical Properties of Photonic Crystals*, Springer Series in Optical Sciences Vol. 80, SpringerVerlag, Berlin, 2001

МОДИФІКАЦІЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОНКИХ ПЛІВОК ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ НА ПОВЕРХНІ ПІРОЕЛЕКТРИКІВ ІОННОЮ ІМПЛАНТАЦІЄЮ

В.О. Лысюк^{1,2}, В.С. Стащук², О.В. Вакуленко², Н.И. Ключ¹

¹*Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАН Украины
03028, г. Киев, просп. Науки 41*

²*Киевский национальный университет им. Тараса Шевченка, Физический факультет
03022, г. Киев, просп. Ак. Глушкова, 2, корп. 1
e-mail: lysiuk@univ.kiev.ua*

Ниобат лития – очень популярный материал для пироэлектрических фотодетекторов благодаря высокой стабильности, долговечности и высокому значению пироэлектрического коэффициента, что позволяет использовать его для высокоточных измерений, в случае мощного лазерного излучения, для космической физики и воздушной защиты. Но существующие поглощающие покрытия такие как Ni-Cr, Ni, Mo и другие металлические пленки, золотая чернь, и т.д. (для увеличения чувствительности детекторов) имеют слабую адгезию к пироэлектрику что препятствует использованию фотодетекторов для измерений мощного лазерного излучения из за низкого порога разрушения.

Исследования структуры поверхности тонких Ni, Mo и Pd пленок (15-40 нм) на ниобате лития [1] (100 мкм) имплантированных ионами Ag⁺ с энергиями 50-150 кеВ и дозами $5 \cdot 10^{15} - 10^{16} \text{ см}^{-2}$ с помощью электронной и атомно силовой микроскопии показали, что ионная имплантация существенно модифицирует поверхностную структуру образцов по разному для различных металлических пленок. Оптимальные энергии и дозы ионов были рассчитаны методом Монте-Карло для случая соответствия пика функции распределения торможения ионов в системе «тонкая металлическая пленка - пироэлектрик» границе пленка - подложка. После имплантации гладкая поверхность образцов покрылась блистерами в виде пузырей для Ni пленок на ниобате лития и кратерами для Pd пленок на ниобате лития. Оптические свойства (отражение, пропускание и поглощение) для тонких Ni, Mo и Pd пленок на ниобате лития имплантированных ионами Ag⁺ измерялись в широком спектральном диапазоне (0.25-15 мкм). Различие до 70% в спектрах отражения и поглощения между имплантированными и неимплантированными системами было обнаружено для Pd пленок (толщиной 40 nm) на ниобате лития и меньшие различия для Ni пленок на ниобате лития [2]. Этот эффект объясняется изменениями поверхностной структуры во время имплантации, модификации свойств материала (закалка, однородность, и др.), и другими эффектами, такими как блистеринг, отслаивание приповерхностных шаров, выборочное затверждение. Кроме этого, ионная имплантация сильно увеличивает адгезию тонких металлических пленок к подложке (~2 порядка) которая прямо пропорциональна оптическому порогу разрушения. Таким образом, описанные системы могут успешно использоваться для регистрации мощного лазерного излучения где характеристики существующих пироэлектрических приемников излучения [3] не удовлетворяют указанным требованиям.

- [1] Ниобат лития: дефекты, фоторефракция, колебательный спектр, поляритоны, Сидоров Н. В., Волк Т. Р., Маврин Б. Н., Калинников В. Т., Наука, 255 С, 2003.
- [2] V.O. Lysiuk, V.S. Staschuk, M.I. Kluuy, O.V. Vakulenko, L.V. Poperenko¹, Influence of ion implantation on near-surface structure of thin Ni and Pd films on lithium niobate and lithium tantalite, Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics, Vol.10, No. 2, P. 76, 2007.
- [3] John Lehman, Evangelos Theocharous, George Eppeldauer and Chris Pannell, Gold-black coatings for freestanding pyroelectric detectors, Meas. Sci. Technol. Vol. 14, P. 916-922, 2003 .

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ЛАЗЕР ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА С ОПТИЧЕСКОЙ НАКАЧКОЙ И ТУННЕЛЬНО-СВЯЗАНЫМИ КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ

И.М. Сафонов^{1,2}, Ф. Демария², Ф. Ринальди², В.В. Лысак^{1,3},
А.В. Шулика¹, У. Браух⁴, И.А. Сухоиванов^{1,5}

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14 (Украина)

²Институт оптоэлектроники, Ульмский университет (Германия)

³Технологический институт города Гвангджу (Республика Корея)

⁴Институт лучевой техники, Штутгартский университет (Германия)

⁵Кафедра электроники, университет Гуанахуато (Мексика)

e-mail: safonov@kture.kharkov.ua

Полупроводниковые лазеры с оптической накачкой вдоль резонатора представляют собой систему, состоящую из активной области, размещенной в резонаторе, образованном зеркалами Брэгга, внешнего зеркала, образующего внешний резонатор, лазера накачки и системы, обеспечивающей охлаждение активной области путем отвода тепла от подложки. В активной области формируются стоячие волны на длине волны генерации и длине волны накачки. Для обеспечения эффективного взаимодействия генерируемого излучения с веществом квантовые ямы активной области должны быть размещены в максимумах поля на длине волны генерации. Для обеспечения эффективного поглощения излучения накачки, квантовые ямы должны быть размещены в области максимумов поля накачки. Однако из-за несовпадения длин волн накачки и генерации, максимумы поля не совпадают, что затрудняет получение одновременно эффективного поглощения и усиления и приводит к снижению эффективности лазера и, как следствие, увеличению потерь, нагреву и снижению максимальной выходной мощности.

В работе предложено в качестве активной области использовать сверхрешетки, либо асимметричные структуры, состоящие из нескольких квантовых ям, в которых поглощение осуществляется в одних квантовых ямах, а генерация излучения обеспечивается другими, при этом перенос носителей обеспечивается за счет туннелирования. Разработан дизайн структур, обеспечивающих одновременно эффективное ограничение носителей заряда и высокий коэффициент усиления и эффективный перенос за счет туннелирования (полученная скорость туннелирования более чем на порядок превосходит скорость безызлучательной рекомбинации). Один из вариантов структур показан на рис. 1.

Экспериментальное исследование показало, что данный подход обеспечивает рекордные показатели по эффективности преобразования энергии накачки в лазерное излучение и обеспечивает высокие значения выходной мощности. Возможные варианты геометрии квантовых ям на основе GaAs/AlGaAs в активной области показаны на рис. 2.

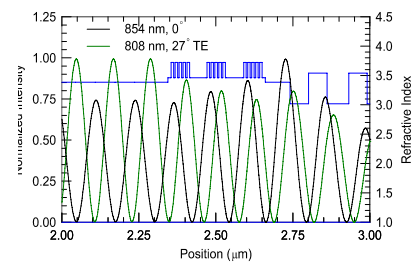


Рис.1 – Профиль показателя преломления в активной области и распределение

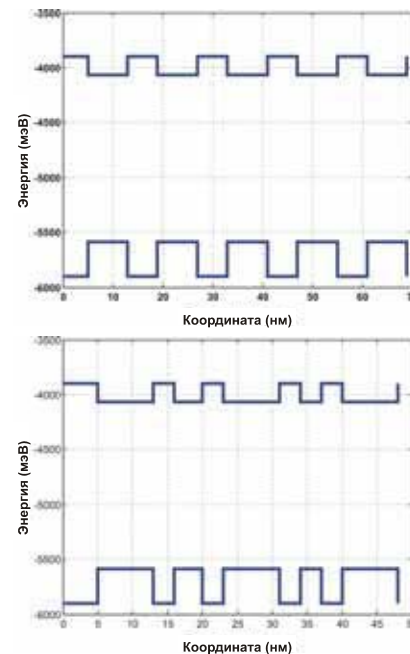


Рис.2 – Потенциальные профили валентной зоны и зоны проводимости

ТЕРМООПТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР НА ОСНОВЕ СВОБОДНОЙ ПЛЕНКИ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ С ЖИДКИМ КРИСТАЛЛОМ

Г.В. Ткаченко^{1,2}, А.А. Демин¹, В.М. Ткаченко², И.А. Сухоиванов^{1,3}

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14 (Украина)

²CNR-INFM Lab Coherencia, Università di Napoli Federico II (Италия)

³Departamento de Electronica, FIMEE, Universidad de Guanajuato (Мексика)
e-mail: tgogy@mail.ru

В связи с активным развитием технологий передачи оптической информации, в настоящее время актуальной является проблема разработки активных оптических фильтров и переключателей. Один из путей ее решения – использовать в качестве активного элемента жидкие кристаллы (ЖК). Фотонные кристаллы на основе пористого кремния (ПК), заполненного ЖК, вызывают большой научный интерес, поскольку их оптические свойства могут перестраиваться с помощью внешнего воздействия (электрического, теплового и др.).

Данная работа посвящена разработке активного оптического фильтра ближнего ИК-диапазона на основе свободной пленки ПК, заполненной нематическим ЖК. Пленка ПК имеет слоистую структуру и представляет собой полуволновый микрорезонатор, ограниченный распределенными решетками Брэгга. Поры получены методом электрохимического травления, имеют средний диаметр 50 нм, заполнены смесью E7 в изотропной фазе. Пленка помещена в планарную ячейку, схема которой показана на Рис. 1. Здесь 1 – стеклянная пластина; 2- пленка ПК с Брэгговской решеткой; 3 – полуволновый микрорезонатор; 4 – нематическая смесь ЖК E7; 5 – прокладка из майлара; 6 – полимерный клей Norland NOA68. Свет падает параллельно осям пор. Принцип работы фильтра основан на изменении молекулярной конфигурации ЖК и росте его эффективного показателя преломления при нагревании [1]. На Рис. 2 изображены спектры пропускания ячейки, измеренные при температурах 27⁰ С (сплошная линия) и 57⁰ С (пунктирная линия). Положение резонансного пика при нагревании сдвинулось на 13 нм в красную область. Зависимость резонансного сдвига от температуры показана на Рис. 3. Обнаружено, что эта зависимость возрастает экспоненциально (красная линия изображает интерполяцию экспериментальных точек). Как видно, при температуре 57⁰ С рост сдвига прекращается, поскольку эта точка соответствует переходу ЖК E7 из нематической фазы в изотропную.

[1] S.M. Weiss, et. al., "Electrical and thermal modulation of silicon photonic bandgap microcavities containing liquid crystals," Optics Express, vol. 13, no. 4, p. 1090, Feb. 2005.

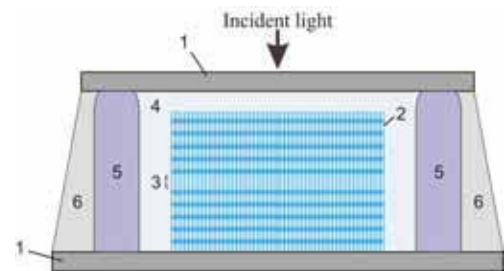


Рис. 1 Схема экспериментальной ячейки

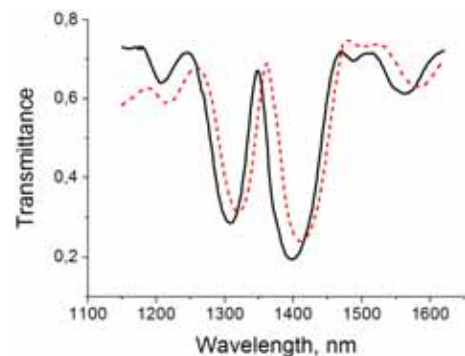


Рис. 2 Влияние температуры на спектр пропускания

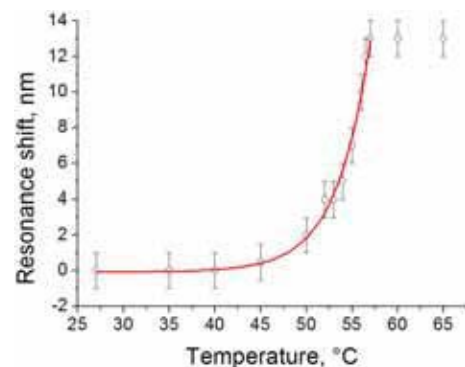


Рис. 3 Зависимость сдвига резонансной длины волны от температуры

МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ РАССТОЯНИЯ

В.С. Тюрин

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

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач лазерной дальнометрии является необходимость повышения точности измерений и оптимизации параметров лазерных измерительных устройств в условиях непрерывного трехмерного изменения пространственного положения наблюдаемых объектов и ограниченного времени обработки информации.

Точность измерений в таких устройствах в значительной степени зависит от характеристик измерительного канала и параметров сигнала. При этом, наибольшее влияние на точность измерений оказывают флуктуационные процессы в приемном, передающем и атмосферном каналах. Для повышения эффективности методов снижения влияния различных факторов на точность измерений необходимо разрабатывать универсальные модели процессов формирования сигналов, учитывающие изменения параметров устройств и условий измерений.

С этой целью была разработана модель, адекватно описывающая процесс формирования измерительных сигналов в импульсном полупроводниковом лазерном дальнометре. Эта модель построена на основе прикладного пакета подпрограмм SIMULINK программной системы MATLAB. В состав модели входят блоки-субсистемы, объединенные алгоритмом функционирования дальнометра и имеющие сложную внутреннюю структуру.

Субсистемы, входящие в структуру модели, выполняют математические операции, описывающие работу лазерного измерителя расстояний. Каждый блок имеет панель ввода и коррекции исходных параметров, позволяет в соответствии с алгоритмом реализовывать внутренние математические преобразования, а также исследовать его функциональные возможности. Модель также предусматривает возможность визуализации всех выходных сигналов блоков с помощью осциллографов, внесенных в ее структуру. Результат измерения дистанции фиксируется индикаторным устройством.

Результаты моделирования работы импульсного лазерного полупроводникового дальнометра в разных условиях и при различных исходных данных позволяет оптимизировать параметры элементов и разрабатывать требования к их компоновке. Также разработанная модель позволяет оценить степень влияния различных факторов на результаты измерений. Еще одной практической значимостью модели является то, что она может быть использована при разработке, тестировании и анализе функционирования самых разнообразных лазерных систем.

Рассчитанная точность измерения расстояний на дальности до 350м и времени обработки до 50 мс составляет +/- 1 см.

ВПЛИВ ДОМІШКИ ХРОМУ НА ОПТИЧНІ ТА ЕЛЕКТРОННІ ВЛАСТИВОСТІ КОБАЛЬТУ

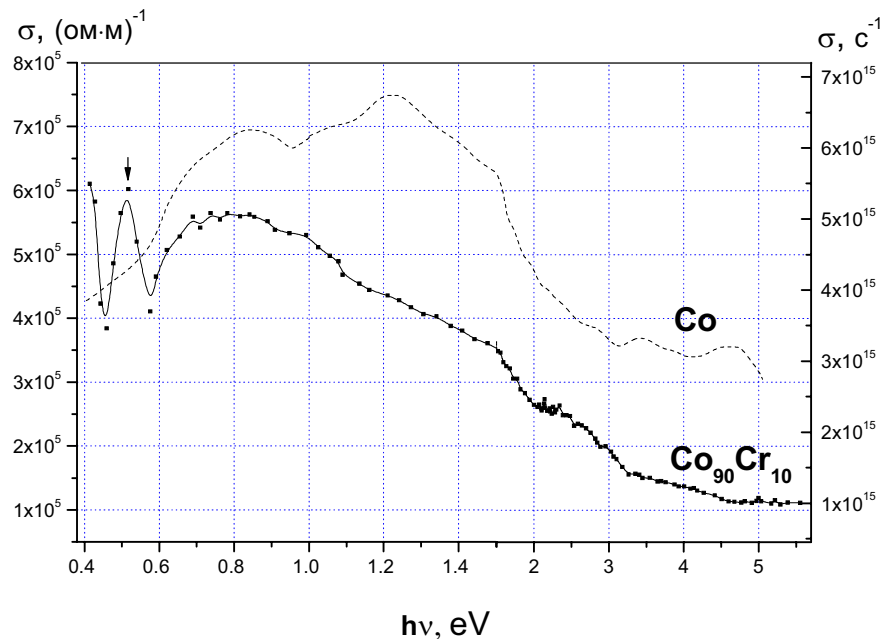
Р.І.Хакімов, В.С. Стащук

*Київський Національний Університет ім. Т. Шевченка,
Кафедра оптики фізичного факультету
Пр. Академіка Глушкова, 2, 03680
e-mail: khakim@i.ua*

Наші знання про електронну структуру атомів, молекул та твердих тіл ґрунтуються головним чином на вивченні взаємодії фотонів з електронами, що знаходяться у зв'язаних станах. Теоретичні моделі, які б адекватно описували властивості широкого кола твердих тіл, напрацьовані лише для монокристалів; такі важливі у технології та промисловості об'єкти як полікристалічні чи аморфні вивчаються зараз напівемпіричними методами.

Сучасний технічний прогрес потребує пошуку матеріалу відповідно до технічних вимог. Як приклад – в системах, де використовується магнітний запис інформації, перспективним є застосування багатокомпонентних аморфних з'єднань на основі ферромагнітних металів.

Предметом даної роботи є дослідження оптичних властивостей сплаву $\text{Co}_{90}\text{Cr}_{10}$ на основі 3d-перехідних металів в широкому спектральному діапазоні (0.2-3.0 μm) для отримання даних про їх електронну структуру. Вимірювання здійснено у поляризованому світлі методом спектроеліпсометрії. Отримано спектр оптичної провідності $\sigma(h\nu)=4\pi\epsilon_0 n \chi \nu$ (рис.1)



Основні результати:

1. Встановлено, що при концентрації 10% домішки, в електронному спектрі розчинника утворюються домішкові зони, які відповідають за додаткове поглинання в цих сплавах.
2. Висловлено припущення щодо локалізації домішкових енергетичних рівнів в сплавах Co-Cr при різних енергіях вище рівня Фермі.
3. Енергетичні зони, сформовані домішкою, в сплаві відповідають незайнятим електронним станам внаслідок суттєвої ролі 3d-електронів в досліджених сплавах.

ЧИРПИРОВАННОЕ ЗЕРКАЛО НА ОСНОВЕ НИТРИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ СЖАТИЯ УЛЬТРАКОРОТКИХ ОПТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ

С.О. Якушев¹, А.В. Шулика¹, С.И. Петров¹

¹Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники,
просп. Ленина 14, Харьков, 61166, Украина
e-mail: yak_s@mail.ru

Чирпированные зеркала (ЧЗ) широко используются для контроля дисперсии и сжатия ультракоротких оптических импульсов. Последние применения ЧЗ, например связанные с импульсами длительностью в несколько периодов оптических колебаний, требуют использования широкой полосы и точного контроля дисперсии [1]. Диоксид титана (TiO_2) и диоксид кремния (SiO_2) обычно используют для создания ЧЗ. Однако диоксид титана имеет существенное поглощение ниже 500 нм. Поэтому поиск новых материалов и методов проектирования представляет собой актуальную задачу.

В данной работе мы предлагаем дизайн ЧЗ, основанный на нитриде кремния (Si_3N_4) вместо диоксида титана. Нитрид кремния имеет низкое поглощение и постоянный показатель преломления в широком спектральном диапазоне от видимого до ближнего ИК. Недавно мы показали, что нитрид кремния также может быть использован как альтернативный материал с высоким показателем преломления для проектирования ЧЗ вместо диоксида титана [2]. Но по сравнению с диоксидом титана, он имеет меньшее значение показателя преломления (2.5 и 2.0 на 800 нм соответственно). Чтобы увеличить контраст показателей преломления, мы заменяем слои с меньшим показателем преломления воздушными прослойками. Рис. 1 показывает спектральные характеристики спроектированного ЧЗ. Ширина полосы зеркала покрывает диапазон длин волн 450-1200 нм. Значение дисперсии групповой задержки составляет -20 fs^2 на 800 нм. Анализ временного профиля начального, падающего и отраженного импульсов показывает, что спроектированное ЧЗ способно компенсировать дисперсию в кристалле сапфира длиной 2.15 мм, рис. 2. Однако реконструкция импульса не полная вследствие эффекта дисперсии третьего порядка.

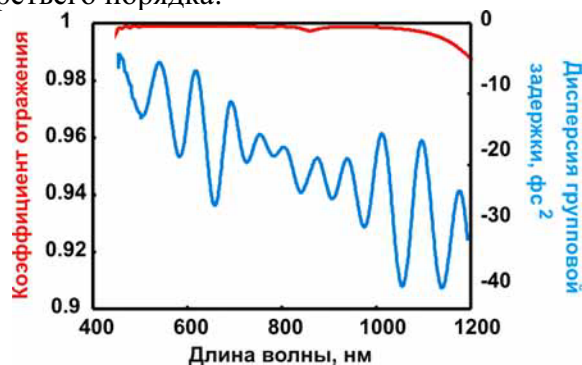


Рис. 1. Коэффициент отражения и дисперсия в спроектированном ЧЗ (50 слоев).

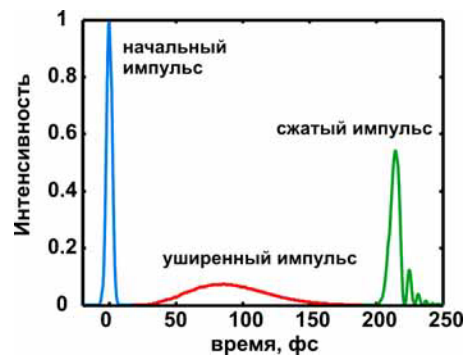


Рис. 2. Анализ временного профиля начального, уширенного и сжатого импульсов.

- [1] 1.5-octave chirped mirror for pulse compression down to sub-3 fs, V. Pervak, A.V.Tikhonravov, M.K. Trubetskov, S. Naumov, F. Krausz, A. Apolonski, Appl. Phys. B, Vol. 87, pp. 5–12, 2007.
- [2] Comparison of Titanium Dioxide and Silicon Nitride Chirped Mirrors for Femtosecond Pulse Compression, O. V. Shulika, I. A. Sukhoivanov, A. V. Kublyk, S. O. Yakushev, Frontiers in Optics 2007 and Laser Science XXIII collocated with Organic Materials and Devices for Displays and Energy Conversion, September 16-20, 2007, San Jose, California, USA, Paper FTuL4.

БЫСТРЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИФРАКЦИИ НА РЕАЛЬНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПЛАНАРНЫХ СТРУКТУРАХ

Е.О. Ярко¹, В.В. Хардигов^{1,2}

¹Радиоастрономический институт НАН Украины
ул. Краснознаменная 4, Харьков, 61002, Украина

²Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина
пл. Свободы 4, Харьков, 61077, Украина
e-mail: yarkokatya@rian.kharkov.ua, khardikov@univer.kharkov.ua

Интересные физические свойства планарных периодических структур в микроволновом диапазоне, например: вращение поляризации, отражение света с сохранением фазы электрического поля, высокочастотные резонансы на запертых модах [1-2] и т.п. позволили создать метаматериалы на их основе. Возможность изготавливать такие структуры с периодом в сотни нанометров позволяет создавать метаматериалы в оптическом диапазоне. Однако различие между свойствами металлов в оптическом и микроволновом диапазонах может существенно влиять на физические свойства метаматериалов и приводить к возникновению новых физических эффектов. Данная работа посвящена разработке и апробации быстрого алгоритма решения задач дифракции волн на оптических планарных периодических структурах. Базисом такого алгоритма выбран псевдоспектральный метод временной области с переменным шагом пространственной сетки [3]. Он позволяет более точно определить пространственные производные и уменьшить количество узловых точек сетки, переменный шаг эффективно снижает эффект Гиббса, возникающий на границе раздела контрастных материалов. Однако толщина подложки в реальных структурах может достигать десятка тысяч длин волн, что приводит к увеличению времени распространения сигнала и количества узлов в области моделирования, и, как следствие, делает не эффективным применение данного метода. Мы предлагаем использовать комплексный подход, который объединяет численный псевдоспектральный метод для вычисления матрицы рассеяния периодического массива металлических лент на границе раздела свободного полупространства и полупространства заполненного материалом подложки и аналитический метод матриц передачи, который позволяет вычислить матрицу рассеяния реальной планарной структуры с подложкой конечной толщины. Для учета дисперсии материалов использовались дополнительные уравнения обновления для токов поляризации.

Для иллюстрации эффективности метода были рассмотрены планарные периодические структуры с различной формой металлических элементов (металлические диполи, S-элементы). Численные эксперименты показали хорошее согласие результатов, полученных предложенным методом и непосредственным применением численных методов временной области. Максимальную эффективность алгоритм показал в одномодовом режиме, когда в свободном пространстве и подложке распространяется только нулевая мода Флоке. Отметим, что планарные периодические структуры, используемые для создания метаматериалов, полностью отвечают последнему требованию. Таким образом, предложенный алгоритм учитывает дисперсию материалов и эффективен при разработке оптических метаматериалов.

- [1] P. Mladenov, S. Prosvirnin, S. Tretyakov, S. Zouhdi. Planar arrays of wavy microstrip lines as thin resonant magnetic walls, Proc. of the 2003 AP-S/URSI Conf., Vol. 2, PP. 1103-1106, 2003.
- [2] S. Prosvirnin, S. Zouhdi, Resonances of closed modes in thin arrays of complex particles, *Advances in Electromagnetics of Complex Media and Metamaterials*, S.Zouhdi et al.(eds.), Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands, 2003, pp. 281-290.
- [3] Xiang Gao, M.S. Mirotznik, S. Shi and D.W. Prather "Applying a mapped pseudospectral Time-Domain method in simulating diffractive optical elements," J. Opt. Soc. Am. A., vol. 21, No. 5, pp. 777-785, May 2004.

INTERFERENCE-POLARIZATION TECHNIQUE FOR MEASURING WEAKLY ROUGH SURFACES

Ангельский П.О., Полянский П.В.

Черновицкий Национальный Университет им. Ю.Федьковича
58012, г.Черновцы, ул.Коцюбинского, 2
e-mail: pasha@itf.cv.ua

Предложена новая техника диагностики шероховатых поверхностей, основанная на измерении дисперсии фазы граничного поля, которая обеспечивает высокую скорость, точность и порог чувствительности в 2 \AA .

Слабощероховатые поверхности рассматриваются как безгранично протяженный фазовый объект, что предполагает прямую связь между статистическими параметрами объекта и поля рассеянного излучения.

Результатом интерференции двух соосных волн, одна из которых квазиплоская фазово-модулированная объектная волна, а другая плоская опорная волна, будет нулевая интерференционная полоса, модулированная по интенсивности.

Характеристики интенсивности результирующей волны и ее компонент содержат информацию о дисперсии фазы граничного поля, $\sigma_{\varphi_0}^2$, и, следовательно, о среднеквадратичном отклонении профиля поверхности от базовой линии, R_q .

Если две интерферирующие волны одинаковой интенсивности ортогонально-циркулярно поляризованы, оценка дисперсии фазы поля сводится к измерению угла поворота азимута поляризации линейно поляризованной результирующей волны. В этом случае пространственная модуляция фазы объектной волны воспроизводится в пространственном распределении азимута линейной поляризации. Точность измерения азимута поляризации на уровне нескольких угловых секунд обеспечивает высокую чувствительность и точность измерительного устройства.

ОПТИКО-ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ТА ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КЛАСТЕРІВ BiI_3 В ШАРУВАТИХ КРИСТАЛАХ CdI_2

С.Р. Вельгош¹, І.Д. Карбовник¹, В.М. Лесівців², В.П. Савчин¹

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, факультет електроніки
79017, м. Львів, вул. ген. М. Тарнавського, 107

²Львівський національний університет імені Івана Франка, фізичний факультет
79005, м. Львів, вул. Кирила і Мефодія, 8
e-mail: velgosh@electronics.wups.lviv.ua

Дана робота присвячена оптико-люмінесцентним та електронно-мікроскопічним дослідженням кластерів BiI_3 , вбудованих в матрицю шаруватих кристалів CdI_2 .

Зразки CdI_2 , леговані домішкою BiI_3 , вирощувалися з розплаву, що містив 1 молярний відсоток фази BiI_3 . Структурні дослідження за допомогою скануючої електронної мікроскопії (SEM) показали неоднорідність розподілення фази BiI_3 в зразках: спостерігалися ділянки темно-червоного та жовтого кольору з високою і низькою концентрацією BiI_3 , відповідно.

Дослідження спектрів поглинання $\text{CdI}_2\text{-BiI}_3$ у діапазоні температур 77-300 К показали наявність у "темно червоних" зразках смуг при 3,25 еВ, 3,05 еВ, 3,0 еВ, 2,5 еВ, 2,35 еВ та високоінтенсивну смугу при 2,0 еВ. Зміна спектрального положення цих смуг з температурою є незначною. В той же час, у "жовтих" зразках подібних смуг не спостерігалось.

В спектрах катодолюмінесценції $\text{CdI}_2\text{-BiI}_3$ спостерігалось три смуги: при 2,1 еВ, 3,1 еВ та смуга, положення якої змінювалось від 2,3 еВ до 2,9 еВ зі зростанням температури.

Вищезгадані смуги, які спостерігаються в спектрах поглинання та катодолюмінесценції кристалів $\text{CdI}_2\text{-BiI}_3$ пов'язані, на нашу думку, з присутністю кластерів BiI_3 . З метою перевірки цієї гіпотези поверхня зразків $\text{CdI}_2\text{-BiI}_3$ була сфотографована у флуоресцентному світлі і на фотографіях спостерігалось свічення ділянок діаметром порядку 1-5 мкм.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩИХ СРЕД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ

¹Л.В. Витушкин, ²Ю.П. Мачехин, ²П.Н. Заверуха

¹ВНИИМ им. Д.И. Менделеева,
194021, пр.Московский 26, Ст-Петербург, Россия

²Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, просп. Ленина, 14, Украина
e-mail: yuri_m49@mail.ru

В связи с развитием стандартов частоты требования к частотным реперам в качестве которых используются линии поглощения газов или паров веществ повышались и, в настоящее время, перспективным является использование частотных реперов, в искусственно создаваемых поглощающих средах. К таким средам относятся цезиевые фонтаны, используемые в стандартах частоты радиодиапазона. Таким образом, дальнейшее развитие стандартов частоты связано с искусственным формированием сверхузких частотных реперов.

Основным препятствием для достижения предельных точностей при формировании оптических стандартов частоты, как известно, является влияние доплеровского и лоренцовского уширения линий поглощения оптических частотных реперов.

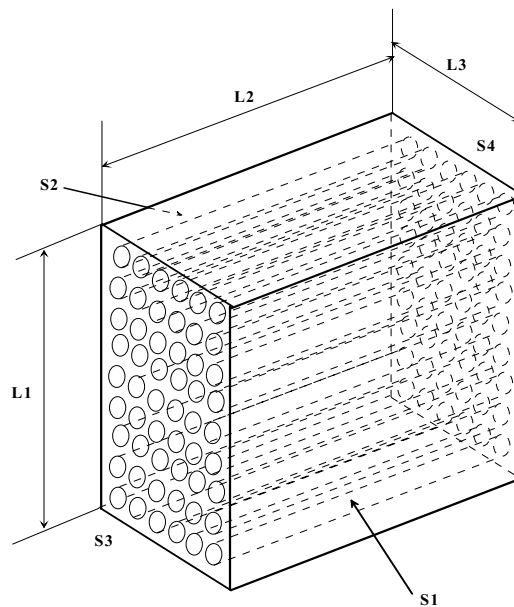


Рис.1

В настоящем докладе предлагается для сужения реперных линий поглощения осуществлять замедление молекул и атомов поглощающей среды путем распределения последних в наноканалах прозрачных оптических сред (Рис.1). Практическим путем реализации данной физической модели формирования поглощающей среды является использование оптического волокна изготовленного из фотонных кристаллов. Насыщение нанотрубок используемого оптического волокна молекулами, например молекулами йода 127, поглощающей среды позволяет реализовать взаимодействие оптического излучения с поглощающей средой в процессе распространения излучения по оптическому волокну.

КОНОСКОПИЧЕСКИЕ КАРТИНЫ ВНЕОСЕВЫХ СИНГУЛЯРНЫХ ПУЧКОВ В ОДНООСНОМ КРИСТАЛЛЕ

Рыбась А.Ф., Котляров К.И., Воляр А.В.

Таврический национальный университет им В.И. Вернадского, физический факультет
95007, г. Симферополь, проспект академика Вернадского 4
e-mail: alex.rubass@gmail.com

В нашей работе мы рассматриваем неожиданное явление для сингулярных пучков в одноосных кристаллах, проявляющееся на фоне обычных коноскопических картин¹. В работе мы показываем, что пучок с одним оптическим вихрем в одноосном кристалле может преобразоваться в четыре отдельных пучка: по два пучка для каждой поляризационной компоненты. Это явление можно назвать *четырепреломлением*² (образовано по аналогии с *двулучепреломлением*). Необходимые условия для такого преобразования теоретически рассчитаны и экспериментально проверены. Кроме того мы предлагаем критерий различимости, благодаря которому можно разделить все четыре пучка.

Мы находим частичное решение паракиального волнового уравнения для одноосного кристалла в виде семейства внеосевых пучков, содержащих оптические вихри с различными топологическими зарядами. Мы теоретически и экспериментально анализируем сингулярную структуру пучков содержащих оптические вихри, рассматриваем траектории вихря и строим карты поляризации для различных условий распространения вихревого пучка падающего на одноосный кристалл. Каждая циркулярно-поляризованная компонента внеосевого сингулярного пучка в кристалле распадается на два пучка с различными условиями распространения, таким образом, чтобы общее количество пучков было равно четырем. Небольшое изменение угла падения α_{in} на торец кристалла дает значительные изменения в распределении интенсивности для каждой поляризованной компоненты. Данные изменения вызываются дислокационными реакциями. Как результат, траектория оптических вихрей, для каждой из поляризационных компонент, представляет собой очень сложную систему, состоящую из двух ветвей: основной и поперечной. Траектории вихрей для каждой из этих основной и поперечной ветвей не пересекаются, но взаимодействуют вдоль всей ветви основного вихря. Эта причина не даёт различать отдельные пучки. Мы нашли предел неразличимости для углов $\alpha_{crit}^{(-)}$, после которого пучки в E_- компоненте могут наблюдаться раздельно. Эти критические углы соответствуют точкам, где основные и продольные ветви траекторий вихрей повторно пересекаются. Мы показываем, что есть набор перетяжек пучков w_0 и углов падения α_o , для которых пучки не различимы при любой длине кристалла.

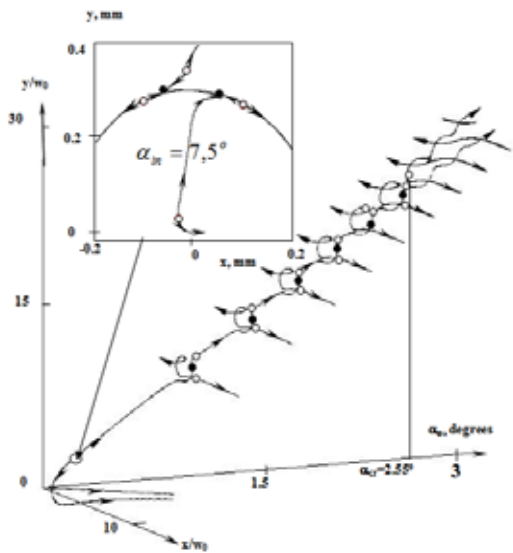


Рис.1. Траектория вихрей для E_-

- [1] Yu.Vasylykiv, Yu. Nastishin and R.Vlokh "Conoscopic Patterns for Optically Uniaxial Gyrotropic Crystals in the Vicinity of Isotropic Point", *Ukr. J. Phys. Opt.* Vol. 7 no.3, pp. 89-100, 2006
- [2] T. Fadeyeva, Yu. Egorov, A. Rubass, G. Swartzlander, Jr, A. Volyar "The Indistinguishability Limit for Off-Axis Vortex-Beams in Uniaxial Crystals". *Optics Letters*, Vol. 32 no. 21, pp 3116-3118, 2007

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАСЕЛЕННОСТЕЙ В АТОМЕ ВОДОРОДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.Л. Дербов¹, Н.И. Тепер²

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

²*Саратовский государственный социально-экономический университет
410003, г. Саратов, ул. Радищева, 89
e-mail: teper@rambler.ru*

В данной работе рассматривается возможность создания волнового пакета, включающего ридберговские состояния атома водорода с высокими значениями орбитального и магнитного квантовых чисел, используя сильное лазерное поле.

Волновой пакет, представляющий собой суперпозицию ридберговских состояний водородоподобного атома с большими значениями квантовых чисел во всех степенях свободы, отличается хорошей локализацией в пространстве и может двигаться вдоль классической кеплеровской траектории на большом удалении от ядра под действием полей различной конфигурации. Такие состояния с большими значениями главного квантового числа, вследствие принципа соответствия, являются классическим пределом атома. Динамика такого пакета будет обнаруживать и классические и квантовые свойства. Для таких волновых пакетов соотношение неопределенностей минимально, поэтому они являются хорошим приближением когерентного состояния.

Возможность создания волновых пакетов с высокими значениями орбитального и магнитного квантовых чисел, подтверждалась в многочисленных публикациях и привлекла внимание большого числа исследователей: были предложены различные способы теоретического описания таких локализованных состояний [1] и методы их экспериментального получения [2-3].

В предлагаемой модели для исследования возможности получения состояний с высокими значениями орбитального и магнитного квантовых чисел под действием лазерного импульса, численно решается уравнение Шредингера для амплитуд заселенностей в базисе большого числа состояний: стационарных состояний атома водорода и состояний непрерывного спектра. Для ограничения числа уравнений, непрерывный спектр задается в дискретном представлении [4], используя определенное число состояний, выбранных через фиксированный интервал энергий. Лазерное поле предполагается циркулярно-поляризованным. Огибающая импульса задается гауссовой формы.

Исследуется полученная в результате моделирования динамика заселенностей, и анализируются форма и свойства сформировавшегося волнового пакета.

- [1] Gaeta Z.D. and Stroud C.R. Classical and quantum-mechanical dynamics of quasiclassical state of the hydrogen atom// Phys. Rev. A. - 1990. - 42. - № 11. - P. 6308-6313.
- [2] Bromage J. and Stroud C.R. Excitation of a Three-Dimensionally Localized Atomic Electron Wave Packet// Phys. Rev. Lett. - 1999. - 83. - № 24. - P. 4963-4966.
- [3] Gaeta Z.D, Noel M.W, and Stroud C.R. Excitation of the classical-limit state of an atom// Phys. Rev. Lett. - 1994. - 73. - № 5. - P. 636-639.
- [4] Nilsen H.M. and Hansen J. P. Generation of an angular and radial Rydberg wave packet in a single laser pulse// Phys. Rev. A. – 2000. – 63. – P. 011405.

ПРОЕКТ МОДЕРНІЗАЦІЇ СПЕКТРОФОТОМЕТРА PUE UNICAM SP700A

Шаврін І.С., Яблочков С.М.

*Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка,
Фізичний факультет, Кафедра оптики
Пр-т. Ак. Глушкова 2., Київ, Україна
e-mail: issh@i.ua*

В наш час важко уявити сучасну лабораторію без автоматичних приладів і установок. Автоматизація наукового процесу дозволяє не лише покращити точнісні характеристики і параметри приладів, а й прискорює і полегшує процес отримання й обробки інформації. В оптичному експерименті багато операцій можна виконувати автоматично. Наприклад при дослідженні спектру поглинання за допомогою спектрофотометра, можна легко автоматизувати такі операції як, переналаштування монохроматора на іншу довжину хвилі, одночасно знімати і записувати інформацію про коефіцієнт пропускання, при цьому при потребі можуть автоматично підбиратись ширини вхідної і вихідної щілин для забезпечення постійної енергії випромінювання на різних довжинах хвиль.

В цій роботі представлено проект модернізації спектрофотометра Pue Unicam SP700A.

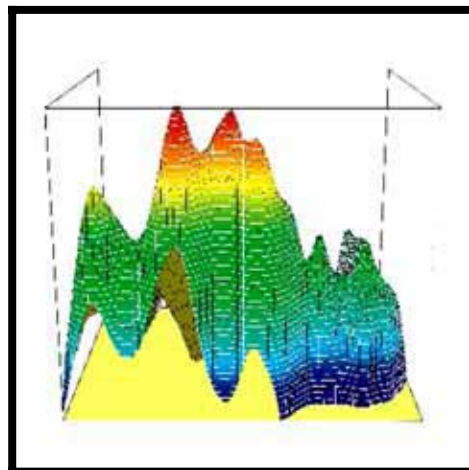
Електронні схеми приладу виконані на електронних лампах вже морально і фізично застарілі. В наш час неможливо знайти заміну зіпсованим елементам, так як вони давно не виробляються. До того ж прилад розрахований на живлення від електромережі з напругою 100В, що потребує громіздких трансформаторів для живлення приладу від мережі 220В. З іншого боку оптичні характеристики залишаються достатніми і в наш час, тому було прийняте рішення провести модернізацію і автоматизацію спектрофотометра.

При розробці проекту модернізації було поставлено такі вимоги:

- забезпечити автоматичне і ручне сканування спектру, автоматичну і ручну зміну ширини вхідної і вихідної щілин;
- прилад має передавати інформацію про довжину хвилі, сигнал від фотодетектора, стан блоків до ЕОМ для подальшої обробки і аналізу;
- уможливити керування спектрофотометром за допомогою ЕОМ і органів керування на панелі приладу;
- при модернізації використовувати широкодоступні електронні компоненти;
- загальна схема повинна бути поділена на функціональні блоки для спрощення ремонтних робіт у випадку виходу з ладу електронних компонентів.

Згідно з поставленими вимогами в електронній схемі необхідне використання мікроконтролера для забезпечення взаємодії з ЕОМ, а також спрощення загальної схеми, так як деякі функції можна реалізувати програмно, використовуючи обчислювальну потужність мікроконтролера.

На даний момент вже розроблено автоматичний блок живлення для дейтерієвої дугової лампи, яка разом із лампою розжарення використовується, як джерело оптичного випромінювання в спектрофотометрі. Створено експериментальний макет мікроконтролерного блоку.



Пленарні доповіді

Біофізика

**Мікрохвильова та
Твердотільна Електроніка**

Радіофізика Твердого Тіла

Оптика та Фотоніка

**Теор. та Експериментальна
Електродинаміка
Радіолокація та Дистанційне
Зондування**

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДА ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ ВО ВРЕМЕНИ ВОЛН ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЕРЕИ

А.В. Плут, Н.К. Сахненко, А.Г. Нерух

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

Резонаторы, способные поддерживать колебания типа шепчущей галереи, в последнее время привлекают особый интерес. Это обусловлено возможностями их применения в оптических фильтрах [1], био-сенсорах [2], микролазерах с низким порогом генерации [3].

В работе рассматривается двумерная задача о возбуждении электромагнитного поля в круговом резонаторе радиуса ρ_0 внешним нестационарным точечным источником. Особый интерес представляет формирование во времени волн шепчущей галереи. Получено аналитическое решение задачи в виде преобразования Лапласа. Обращение во временную область осуществляется посредством нахождения вычетов в особых точках функции изображения и интеграла вдоль разреза.

На рис. 1 представлена временная зависимость роста амплитуды поля во внутренней точке резонатора, расположенной на расстоянии $0.1\rho_0$ от границы ($T = \frac{c}{\rho_0} t$, где c - скорость света в вакууме), для случая источника с зависимостью от времени $\exp(i\omega t)\Theta(t)$ (здесь $\Theta(t)$ функция Хевисайда). Источник расположен снаружи на расстоянии $0.5\rho_0$ от границы. Рассмотрено излучение источника на трех частотах, совпадающих с вещественными частями собственных частот колебаний $E_{4,1}$, $E_{5,1}$ и $E_{6,1}$. Показатель преломления $n = 3.44$. Очевидно, что процесс установления во времени волн с более высокой добротностью более продолжителен (Рис 1(a)). Период достижения установившегося режима совпадает со временем жизни соответствующей моды в отсутствие внешнего источника. Рис. 1(b) представляет тот же процесс на более раннем временном интервале.

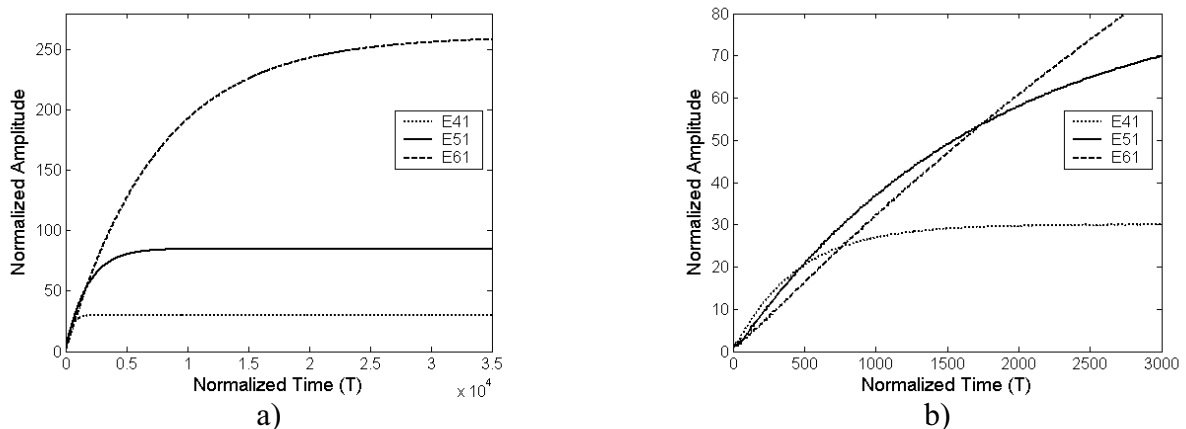


Рис. 1. Зависимость амплитуды поля от времени.

- [1] B.E. Little, S.T. Chu, H.A. Haus, J. Foresi and J.P. Lain, "Microring resonator channel dropping filters", *J. Lightwave Technology*, Vol. 15, pp. 998-1005, 1997.
- [2] R. Boyd, J. Heebner. Sensitive disk resonator photonic biosensor, *Applied Optics*, Vol. 40, pp. 5742-5747, 2001.
- [3] T. Baba, D. Sano. Low-Threshold lasing and Purcell effect in microdisk lasers at room temperature, *IEEE J Selected Topics on Quantum Electronics*, Vol. 9, no. 15, pp. 1340-1346, 2003.

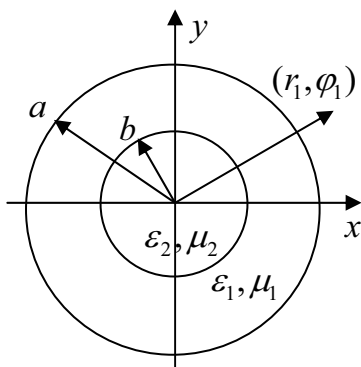
ДВУМЕРНАЯ ЗАДАЧА РАССЕЯНИЯ ПОЛЯ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА НА КРУГОВОМ ДВУХСЛОЙНОМ ЦИЛИНДРЕ, СОСТАВЛЕННОМ ИЗ МАТЕРИАЛОВ С ОДНОВРЕМЕННО ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ/ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ϵ И μ .

И.В.Трофименко, Н.К. Сахненко, А.Г.Нерух

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14
e-mail: ivann_14@inbox.ru

Среды с отрицательным коэффициентом преломления, что соответствует одновременно отрицательным значениям диэлектрической проницаемости ϵ и магнитной проницаемости μ [1], в последнее время попали под пристальное внимание исследователей. В случае отрицательного показателя преломления происходит обращение фазовой скорости, собирающие линзы становятся рассеивающими и, наоборот, вблизи точки отрицательного преломления наблюдается высокая дисперсия оптических свойств.

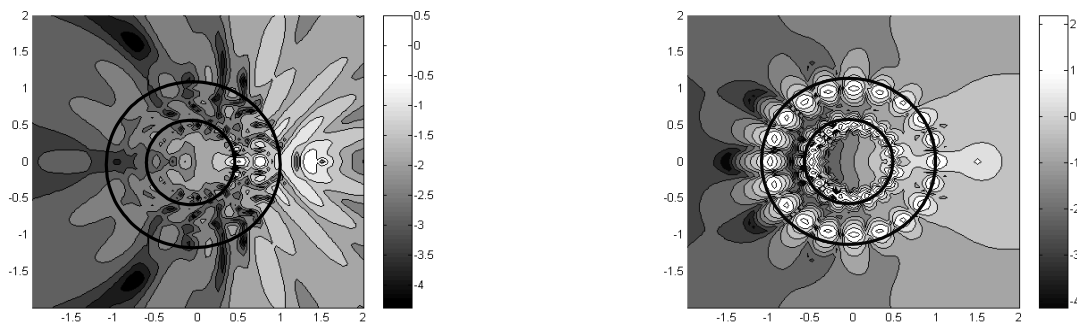
В данной работе теоретически исследуется рассеяние поля гармонического точечного источника (длина волны λ) на двумерном круговом двухслойном цилиндре, который размещается в вакууме (ϵ_0, μ_0). Предполагается, что диэлектрическая проницаемость и магнитная проницаемость материалов могут быть как положительными, так и отрицательными. Геометрия задачи представлена на рис 1.



Аналитическое решение задачи получено в виде разложения по собственным функциям структуры. Исследуются поля в ближней и дальней зоне, эффекты отрицательного преломления, особенности фокусировки излучения. Представленное на рис. 2а распределение поля в ближней зоне соответствует случаю перефокусировки излучения источника во внешнем слое структуры с отрицательными значениями ϵ и μ .

На рис. 2б наблюдается резонансное поведение поля при длине волны меньшей размера структуры [2].

Рис. 1. Геометрия задачи



а) $\lambda = 2a$

б) $\lambda = 0.2a$

Рис. 2. Поле в ближней зоне для следующих значений параметров: $\epsilon_1 = -2\epsilon_0$, $\mu_1 = -\mu_0$, $\epsilon_2 = 2\epsilon_0$, $\mu_2 = \mu_0$, $b = 0.5a$, $r_1 = 1.5a$, $\phi_1 = 0$.

[1] В.Г. Веселаго, "Электродинамика веществ с одновременно отрицательными значениями ϵ и μ .", УФН, т. 92, вып. 3, с. 517-526, 1967.

[2] N. Engheta, R. Ziolkowski, Metamaterials, IEEE Press, New York, 2006.

ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ КЛЕЙНА – ГОРДОНА – ФОКА С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ПАРАМЕТРОМ ДЛЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ В СФЕРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

Б.А. Кочетов, А.Ю. Бутрым

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

При построении метода модового базиса в сферической системе координат [1, 2] система эволюционных уравнений, т.е. система уравнений, описывающая зависимость полей от продольной (радиальной) координаты и времени, для некоторых задач сводится к одномерному уравнению Клейна – Гордона – Фока с параметром, т.е. к уравнению вида:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{b}{r^2} u(r, t) \quad (1)$$

где b – произвольная вещественная постоянная, $r \in [0, +\infty)$, $t \in [0, +\infty)$. Для уравнения (1) когда параметр $b = n(n+1)$, n – натуральное число, известно общее решение [3]. В этом случае также можно успешно применять методы интегральных преобразований (Вебера, Лапласа, Фурье) для решения конкретных начально-краевых задач для уравнения (1).

В методе модового базиса значения параметра $b = n(n+1)$ соответствуют достаточно узкому кругу физических задач. Например, задаче излучения заданных нестационарных источников в свободное пространство. Если рассматривать более широкий класс задач, таких как излучение заданных нестационарных источников в присутствии неоднородных диэлектриков и металлических поверхностей (конических линий), то параметр b в уравнении (1) будет в общем случае произвольным. Для уравнения (1) с параметром $b \neq n(n+1)$ общее решение не известно, метод интегральных преобразований в этом случае также оказывается неэффективным в том смысле, что не удастся получить решение в виде свертки, пригодное для дальнейшего численного расчета.

В связи с этим, уравнение (1) было изучено методами группового анализа. В результате чего были изучены все симметричные свойства, решений уравнения (1), т.е. найдены все точечные преобразования, допускаемые уравнением (1). Точечные преобразования, которые допускаются исследуемым уравнением обладают тем свойством, что они преобразуют решение уравнения в другое его решение. Это свойство точечных преобразований использовано для получения новых точных решений исследуемого уравнения, т.е. получены формулы для размножения решений. В частности из стационарного решения может быть получено нестационарное решение. Например, из стационарного решения уравнения (1)

вида: $u(r) = r^{-\frac{1+\sqrt{1+4b}}{2}}$, получаем: $u(r, t) = \left(\frac{4r}{a^2 t^2 + 4at - a^2 r^2 + 4} \right)^{-\frac{1+\sqrt{1+4b}}{2}} \frac{4}{a^2 t^2 + 4at - a^2 r^2 + 4}$,

где a – вещественное число. Следует отметить, что приведенное нестационарное решение получено исключительно методами симметричного анализа.

- [1] *Tretyakov O., Dumin A., Dumina O., Katrich V.* Modal basis method in radiation problems // Proc. International Conference "Mathematical Methods in Electromagnetic Theory" (MMET-04). – Dnepropetrovsk (Ukraine), September 14-17, 2004. – P. 312-314.
- [2] *Butrym A.Yu., Kochetov B.A.* Mode basis method for spherical TEM – transmission lines and antennas // Proc. International Conference "International Conference on Antenna Theory and Techniques" (ICATT-07). – Sevastopol (Ukraine), September 17-21, 2007. – P. 243-245.
- [3] *Polyanin A.D.* Handbook of linear partial differential equation for engineers and scientists – Boca Raton London New York Washington DC: Chapman & Hall/CRC, 2002. – 786 p.

ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДОВЫЕ ПОГЛОЩАЮЩИЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ FDTD

А.Ю. Бутрым, М.Н. Легенький

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

Для решения с помощью FDTD задач дифракции в волноводах и периодических структурах требуется ограничивать область вычислений с помощью граничных условий, имитирующих полубесконечный волновод (или канал Флоке). Применение для этой цели поглощающих условий в виде идеально согласованного слоя (PML) или точных поглощающих условий, предложенных Сиренко Ю.К. [1] приводит к существенной ошибке вблизи критической частоты [2]. Отсутствия отражения можно добиться, только используя метод диакоптики [3], который требует значительных вычислительных затрат.

В этой работе демонстрируются новые поглощающие граничные условия, основанные на гибридизации метода диакоптики с методом экстраполяции Лиао [4] на основе переформулирования точных поглощающих условий [1] в виде свертки с функцией конечной длительности, позволяющие существенно уменьшить ошибку вблизи и ниже критической частоты.

Как известно, модовые амплитуды сигналов в двух сечениях волновода связаны транспортным оператором, который выражается через функцию Бесселя:

$$I(z, t) = \left[\delta(t - z) - \eta(t - z) z \lambda J_1(\lambda \sqrt{t^2 - z^2}) / \sqrt{t^2 - z^2} \right] * I(0, t),$$

где λ – параметр, определяющий критическую частоту рассматриваемой моды, η – функция Хэвисайда, J_1 – функция Бесселя первого порядка, $I(z, t)$ – модовая амплитуда. Используя линейную комбинацию таких операторов, описывающих распространение на Δz , $2\Delta z$, $3\Delta z$..., можно получить оператор, который будет «компактным» во времени (т.е. существенно отличаться от нуля только на небольшом начальном интервале в несколько временных шагов). При использовании такого «компактного» во времени оператора для вычисления свертки достаточно сохранять значения модовой амплитуды в одном сечении (за несколько ячеек до границы) в несколько предыдущих моментов времени. Таким образом, для вычисления полей на границе требуется совсем немного дополнительной памяти (6 чисел) и всего несколько дополнительных умножений (9). В результате чего достигается высокая вычислительная эффективность поглощающих граничных условий.

Описанные выше поглощающие условия были протестированы при численном решении уравнения Клейна-Гордона с использованием временного и пространственного шагов дискретизации на пределе критерия стабильности. Для вычисления оператора дискретной свертки использовался метод диакоптики [3]. В этом случае коэффициент отражения составил $(\Delta z / \lambda_c)^5 \sim 10^{-8}$ (–160 дБ). Для временного шага меньшего, чем требует критерий стабильности, существенная ошибка из-за численной дисперсии в верхней части спектра потребовала использования определения оператора дискретной свертки численной аппроксимацией с помощью SVD. В результате удалось добиться коэффициента отражения $-120 \div -125$ дБ ($5 \cdot 10^{-7}$) для любой частоты дискретизации $\Delta t / f_c$ от 15 до 200+.

- [1] Yu.K. Sirenko, "Exact 'Absorbing' Conditions in Outer Initial Boundary-Value Problems of the Electrodynamics of Nonsinusoidal Waves Part2: Waveguide Units and Periodic Structures," *Telecomm. And Radio Engineering*, vol. 57, no. 12, pp. 1-31, 2002.
- [2] Butrym. A.Yu. and Legenkiy. M.N. "Comparison of absorbing boundary conditions for numerical analysis of periodic structures," *Proc. of International Conference on Antenna Theory and Techniques*, 17-21 September, 2007, Sevastopol, Ukraine.
- [3] Tian-Wei Huang, Bijan Houshmand and Tatsuo Itoh. "The Implementation of Time-Domain Diakoptics in the FDTD Method," *IEEE Trans. MTT*, vol.42, no.11, pp. 2149-2155, Nov. 1994.
- [4] Liao, Z.P. et al. "A transmitting boundary for transient wave analyses," *Scientia Sinica (series A)*, Vol. XXVII, pp. 1063-1076, 1984.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИСКРЕТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ К ЧИСЛЕННОМУ СИНТЕЗУ ДВУМЕРНОГО КВАЗИОПТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛИТЕЛЯ ЛУЧА

А.А. Носич¹, Ю.В. Гандель¹, Т. Magath²

¹Кафедра математической физики, Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Пл. Свободы 4, 61074 Харьков, Украина

²European Technology Center, Panasonic Electronic Devices Europe GmbH, Lueneburg, Germany
e-mail: andrey.nosich@gmail.com

Предложен новый метод дифракционного синтеза для моделирования квазиоптических двумерных рефлекторных антенн в случае E -поляризации. Метод представляет собой комбинацию метода градиентного спуска (МГС) для оптимизации, и быстрого и точного численного метода дискретных особенностей (МДО) для анализа, основанного на особой дискретизации сингулярных интегральных уравнениях (СИУ) [1]. Идея состоит в том, что если целевая функция есть отклонение поля от заданной функции на определенном открытом или закрытом контуре, можно вычислить отдельное СИУ для градиента целевой функции и решить его также с помощью МДО. Это ускоряет процесс синтеза и гарантирует точность. Результаты такого подхода показаны на примере синтеза квазиоптического разделителя луча [2,3] размером в 40λ , изначально заданного как параболический отражатель, облучаемый комплексным источником (КИ) из геометрического фокуса параболы.

Задача синтеза состоит в следующем. Предполагая, что падающее поле задано, требуется найти гладкий открытый контур S_1 идеально проводящего отражателя, для которого полное поле как можно меньше отличается от заданного поля на гладком контуре сравнения S_2 (рис. 1). S_2 взят как прямая линия с 5 изолированными интервалами А-Е, на которых сфокусировано поле искомого отражателя (суперпозиция 5 гауссовых функций). Цель синтеза - чтобы амплитуда полученного в результате синтеза полного поля и заданного полного поля соответствовала по величине на прямой S_2 . Начальный контур S_1 задан в виде фрагмента параболы, КИ зафиксирован и помещен в геометрический фокус S_1 . В процессе синтеза падающее поле КИ было успешно разделено на 5 лучей в интервалах А-Е (рис. 2).

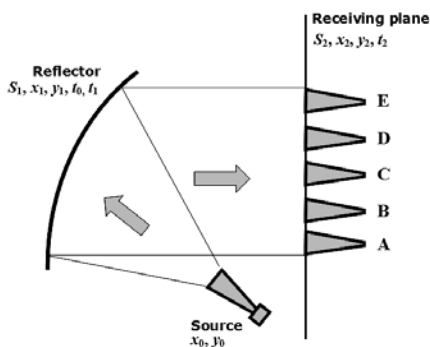


Рис. 1 Геометрия исследуемого разделителя луча.

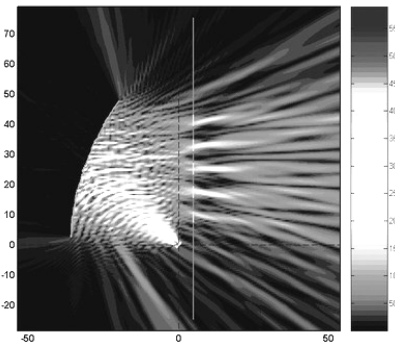


Рис. 2 Ближнее поле, полученное в результате синтеза отражателя на рис. 1 размером в 40λ .

Вычисление оптимального контура на рис. 2 из 700 поверхностных переменных заняло 90 мин. на процессоре Intel Centrino Duo 2.1GHz.

- [1] A.A. Nosich, Y.V. Gandel, Numerical analysis of quasioptical multi-reflector antennas in 2-D with the method of discrete singularities: E-Wave Case, *IEEE Trans. AP*, 57(2): 399, 2007.
- [2] T. Magath, Diffraction synthesis and experimental verification of a quasioptical power splitter at 150 GHz, *IEEE Trans. Microwave Theory Techniques*, vol. 52, no. 10, pp. 2385-2389, 2004.
- [3] M. Höft, R. Judaschke: Analysis of a 150 GHz Spatial Power Divider/Combiner, *Proc. 27th Int. Conf. on Infrared and Millimeter Waves*, San Diego, CA, 2002, pp. 117-118.

МЕТОД РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧЕНИЯ СТЕРЖНЕВОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ ЧЕРЕЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СТЕРЖНЯ

Еськов А.Н., Казаков И.С.

*Севастопольский национальный технический университет
99053, г. Севастополь, Стрелецкая балка, Студгородок СевНТУ
e-mail: aneskov@yandex.ru*

В диапазоне СВЧ широко используют антенны, которые возбуждаются поверхностными волнами. Наибольшее распространение получили стержневые антенны поверхностных волн из диэлектрика. Диэлектрические антенны относятся к классу антенн бегущей волны. Достоинством таких антенн является их диапазонность (ограниченная системой возбуждения), простота конструкции, небольшие размеры [1].

Современные методы расчета диаграммы направленности (ДН) диэлектрических антенн содержат ряд допущений, упрощающих расчет, это связано с отсутствием ЭВМ необходимого быстродействия к моменту формирования теории излучения антенн поверхностных волн (АПВ). Более того, форма стержня не учитывается вообще. В общем случае полагается, что стержень имеет форму цилиндра (в случае конического стержня просто используется средний диаметр по всей длине структуры). Для современных компьютеров подобные вычисления не является проблемой. В данном докладе рассматривается один из методов расчета ДН диэлектрической стержневой антенны. Этот метод учитывает форму стержня, которая теоретически может быть произвольной за исключением двух ограничений [2, 3]:

- диаметр стержня на всей протяженности не должен превышать критическое значение, что необходимо для обеспечения одноволнового режима;
- стержень должен быть телом вращения.

Структура поля, возбужденного в стержне ограниченной длины, трудно поддается строгому анализу. Однако приближенно можно полагать, что структура поля в этом случае такая же, как структура поля в бесконечно длинном диэлектрическом волноводе. В общем случае в стержне возбуждаются волны типов Н и Е, распространяющиеся вдоль оси стержня. У конца стержня происходит отражение. Напряженность поля создаваемая, диэлектрической антенной, может быть определена либо через токи смещения, текущие в диэлектрическом стержне и токи возбудителя, либо через электрические и магнитные поля на поверхности стержня. Используя второй метод можно определить поле в дальней зоне, в упрощенном виде формула для напряженности электрической составляющей поля будет иметь вид

$$E_R = \int_F f(\bar{H}, \bar{E}) dF$$

где F — поверхность интегрирования (поверхность диэлектрического стержня); \bar{H}, \bar{E} — вектора электрического и магнитного поля на поверхности стержня.

В докладе приводятся основные расчетные формулы, результаты расчета и анализа диэлектрической антенны, а также результаты экспериментального исследования (характеристики согласования и излучения) макета диэлектрической антенны диапазона частот 2...3,5 ГГц. Представленные результаты подтверждают правомерность разработанной методики.

- [1] Айзенберг Г.З. Антенны УКВ. В 2-х ч./ Г.З. Айзенберг, В.Г. Ямпольский, О.Н. Терёшин. Ч.1. — М.: Связь, 1977. — 288 с.
- [2] Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства/ А.З. Фрадин. — М.: Связь, 1977. — 440 с.
- [3] Кюн Р. Микроволновые антенны/ Р. Кюн. — Л.: Судостроение, 1967. — 517 с.

ОДИНОЧНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ С ШИРОКИМ СЕКТОРОМ СКАНИРОВАНИЯ

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*

Развитие телекоммуникационных систем связи и мульти функциональных радаров, где несколько функций антенны объединяются на одной апертуре, требуют новых широкополосных фазированных антенных решеток с широким сектором сканирования [1].

Фазированная антенная решетка и индивидуальные излучатели должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Антенная решетка должна позволять качать основной лепесток ДН не менее $\pm 45^\circ$ в обеих плоскостях;
2. Рабочая полоса частот одиночного излучателя должна быть больше 20%;
3. Размеры одиночного излучателя не должны превышать $\lambda/2$ (для выполнения условий размещения в узлах решетки);
4. ДН одиночного элемента должна быть близкой к ненаправленной;
5. Поляризация должна быть линейной.

Основная задача этой работы заключается в численном моделировании и экспериментальном изучении нового одиночного излучателя для ФАР. А также численной оценки возможности сканирования ФАР, построенной на базе таких одиночных излучателей.

Одиночный излучатель представляет собой низкопрофильный, редуцированный открытый конец волновода с диэлектрическим заполнением (Рис.1). Благодаря диэлектрическому заполнению размеры такого излучателя не превосходят $\lambda/2$. Узкая стенка волновода сужена внизу с целью размещения возбуждающего штыря и фидерной коаксиальной системы. Конструкция излучателя была оптимизирована с целью увеличения рабочей полосы частот и симметрии ДН в основных плоскостях. Проведенное экспериментальное изучение характеристик такого излучателя показали хорошее совпадение с численными результатами. Рабочая полоса частот одиночного элемента составила 30%, ширина ДН в Е и Н плоскостях одинакова и равна 130° .

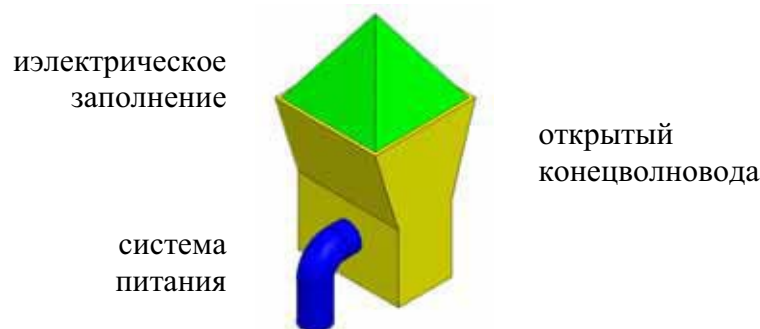


Рис. 1. Одиночный излучатель ФАР.

Также в работе численно оценены возможности сканирования плоской ФАР, состоящей из 10×10 элементов, размещенных в узлах прямоугольной сетки. Расчеты проводились без учета взаимного влияния элементов ФАР путем умножения ДН одиночного элемента на множитель системы. Проведенные расчеты показывают возможность качания основного лепестка в секторе $\pm 50^\circ$, при этом уровень боковых лепестков не превосходит -12dB.

[1] R. C. Hansen, Phased Array Antennas. New York: Wiley, 1998.

ВЛИЯНИЕ КРАЕВЫХ ЭФФЕКТОВ НА ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ АКСИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНЫХ ПЛАНАРНЫХ АНТЕНН С КООКСИАЛЬНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

М.М. Хруслов

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

Интерес к аксиально-симметричным планарным 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 [1], георазведка [2], биомедицинская телеметрия и др. На основании экспериментальных исследований и результатов численного моделирования рассмотрены способы формирования различных конических диаграмм направленности аксиально-симметричных коаксиальных антенн. 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 применение, в качестве дополнительного элемента, диэлектрического диска позволяет получить диаграмму направленности с направлением максимального излучения находящимся практически в азимутальной плоскости. В результате проведенных исследований предложена антенна перспективная для использования в новейших системах связи и передачи данных стандарта IEEE 802.16, таких как WiMax.

- [1] 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*, vol 51, no. 9, pp. 2187-2192, 2003.
- [2] Shen Z., and MacPhie R.H. "Input Admittance of a Multilayer Insulated Monopole Antenna", *IEEE Tr on AP*, vol 46, no. 11, pp. 1679-1686, 1998.

РАДІОХВИЛЬОВА НВЧ ДІАГНОСТИКА ПЛОСКОШАРОВИХ ДІЕЛЕКТРИКІВ

В.Р. Джала, Л.І. Капко

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

Широке використання діелектричних та композиційних матеріалів і виробів з них вимагає створення засобів для їх неруйнівного контролю (НК) і діагностики, зокрема визначення їх електрофізичних та геометричних параметрів. Класичні методи радіохвильового НК дозволяють проводити дефектоскопію (виявлення дефекту) та визначення одного-двох параметрів матеріалу у вузькому діапазоні зміни цих параметрів. Однак сучасні діелектричні матеріали і вироби мають складну геометрію та внутрішню структуру. Це ускладнює математичні моделі і потребує розв'язування обернених задач діагностики, що в свою чергу ставить нові вимоги до вимірювальних систем і приладів контролю. Метою роботи є розроблення методу і створення стенду для вимірювання комплексного коефіцієнта відбиття (ККВ) електромагнітної хвилі від плоскошаруватої діелектричної структури та визначення її електрофізичних параметрів і товщин шарів.

Розглянуто будову автоматизованого стенду для багаточастотних вимірювань загасання та ККВ у 5-мм діапазоні. Запропоновано метод визначення ККВ, що базується на використанні подвійного Т-моста та схемної моделі стенду (рис. 1) [1]. В даній моделі подвійний Т-міст представлено взаємними симетричним восьмиполюсником, антену – прохідним чотириполюсником із втратами. Для опису взаємодії зонduючого поля та плоскошаруватого середовища використано модель плоскої хвилі. Параметри розсіювання подвійного Т-моста та рупорної випромінювально-приймальної антени визначені експериментально з використанням еталонних навантажень. Шукане значення ККВ в смузі частот визначається на підставі частотної залежності вихідного сигналу подвійного Т-моста.

Для перевірки методу виміряно частотні залежності ККВ одношарових пластин. Як видно з рис. 2, експериментальні дані корелюють із теоретично розрахованими залежностями ККВ для плоскої хвилі. Розв'язано обернену задачу визначення положення, товщини та комплексної діелектричної проникності одношарової пластини.

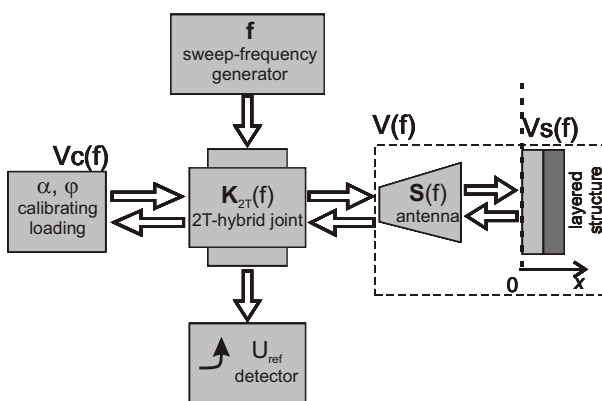


Рис. 1. Схемна модель стенду.

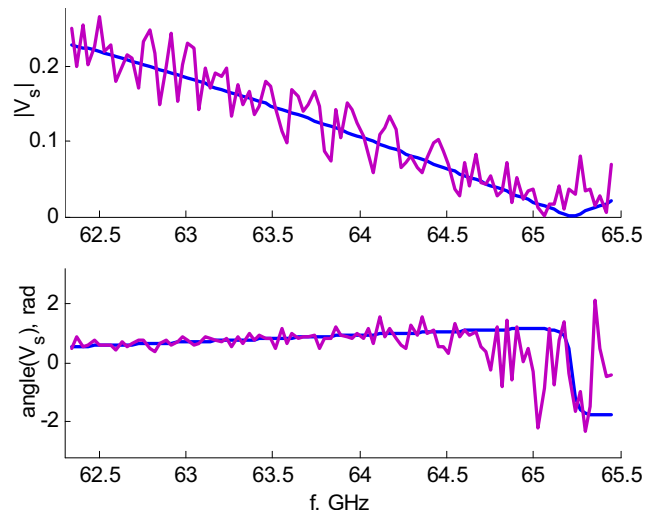


Рис. 2. ККВ фторопластової пластини $V_s(f)$

($h = 8,0$ мм, $\varepsilon = 2,07$, $tg\delta = 0,4 \times 10^{-3}$):

— експеримент; ---- ККВ для плоскої е.м. хвилі.

[1] Джала В.Р., Капко Л.І. Метод і пристрій для вимірювання комплексного коефіцієнта відбиття у радіохвильовому діапазоні довжин хвиль // ФМІ НАНУ. Відбір і обробка інформації. - 2006. N. 24(100). - С. 13-18.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ІТЕРАЦІЙНОЇ ПРОЦЕДУРИ ГЕЛЬФАНДА-ЛЕВІТАНА ВІДНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ОБЛЯМУВАННЯ РОЗВ'ЯЗКУ СЛАР

С.Г. Алексін, О.О. Дробахін

*Дніпропетровський національний університет, факультет фізики, електроніки та
комп'ютерних систем
49050, м. Дніпропетровськ, пер. Науковий, 13
e-mail: AlexinSergey@ua.fm*

Відновлення профілю діелектричної проникності $\varepsilon(x)$ є однією з загальних задач радіофізики. Оскільки ε пов'язана з механічними та хімічними властивостями матеріалу, то за відновленим профілем ε можна визначити наявність дефектів (міжшарових зазорів, відхилення електричних властивостей шарів від норм та ін.), що є важливим для неруйнівного контролю виробів з діелектричних композиційних матеріалів. Для забезпечення одностороннього доступу використовують методи НВЧ-рефлектометрії, які дозволяють відновити одновимірний профіль ε матеріалу за експериментально виміряною частотною залежністю його коефіцієнта відбиття. Задача відновлення ε зводиться до оберненої задачі електродинаміки. Складність останньої призвела до появи різних підходів до її розв'язку. Серед них — відомий дискретний метод Гельфанда-Левітана [1]. Його особливістю є те, що він відновлює профіль ε не за частотною залежністю коефіцієнта відбиття, а за імпульсною характеристикою відбиття досліджуваної структури, що пов'язана з першою парою перетворень Фур'є. В певних ситуаціях легше імпульсну характеристику синтезувати з використанням методів спектрального аналізу на основі результатів вимірювань коефіцієнта відбиття на деякій сітці частот. Інша особливість методу Гельфанда-Левітана полягає в необхідності еквідистантної дискретизації імпульсної характеристики.

Підчас ітераційної процедури послідовно обробляються всі відліки імпульсної характеристики і виконується послідовне, шар за шаром, відновлення профілю діелектричної проникності в глибину. На кожній ітерації необхідно розв'язати СЛАР, порядок якої співпадає з номером ітерації, і в зв'язку з цим ітерації стають все більш повільними. При задовільно густій дискретизації імпульсної характеристики повна кількість ітерацій, що необхідно виконати, може досягати кількох сотень, внаслідок чого відновлення профілю займає багато часу. При тому, що СЛАР розв'язується повністю лише для визначення одного з невідомих коефіцієнтів, є очевидним марнотратство комп'ютерного ресурсу.

Новизна даної роботи полягає в удосконаленні ітераційної процедури, яке робить процес відновлення більш швидким. Особливістю матриці коефіцієнтів СЛАР є те, що дана матриця на k -ій ітерації включає в себе матрицю на $(k - 2)$ -ій ітерації, що дозволяє використати метод облямування [2] з розбиттям матриці коефіцієнтів на 9 блоків. На основі даного методу було знайдено вираз для інформативного невідомого коефіцієнта, завдяки чому відпадає необхідність кожного разу розв'язувати СЛАР повністю. При цьому треба виконувати дві паралельні ітераційні процедури, одна з яких відповідає парним ітераціям, а інша — непарним. Також було знайдено вираз для визначника матриці коефіцієнтів і вказано, за яких умов дана матриця наближається до виродженої.

Метод Гельфанда-Левітана було реалізовано чисельно та порівняно швидкість відновлення при використанні методу облямування та методу Гауса для розв'язку СЛАР. Відмічено зменшення тривалості ітерації в кілька разів.

[4] Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология: теория и методы / Пер. с англ. под ред. А.Л. Левшина – М.: Мир, 1983. – Т.2. – 519 с.

[5] Horn R.A., Johnson C.R.: 'Matrix Analysis', Cambridge University Press, 1986.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СОГЛАСОВАНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОЛНОВОДА С ИМПЕДАНСНЫМ ФЛАНЦЕМ В МНОГОМОДОВОМ РЕЖИМЕ

И.А. Лойко, В.В. Щербинин

*Алтайский государственный университет
6656049, Россия, г. Барнаул, пр. Ленина, 61
e-mail: loykoivan@mail.ru*

Невыступающие волноводные излучатели получили широкое применение в радиотехнике СВЧ-диапазона. Они применяются в системах передачи информации, медицине, радиолокации и устройствах волновой диагностики различных материальных сред. Основными достоинствами этого класса антенн являются простота изготовления и высокая механическая прочность, которая является следствием отсутствия хрупких элементов и выступающих частей. Одними из наиболее важных параметров любой антенны являются характеристики согласования (коэффициент отражения и входной адмитанс). В этой работе рассмотрена задача излучения прямоугольного волновода с бесконечным импедансным фланцем в однородный диэлектрик.

Поле в волноводе разлагается в ряд по собственным функциям, а в полупространстве представляется интегралом по непрерывному спектру плоских волн. Непрерывность касательных составляющих полей на раскрыве и граничные условия импедансного типа на фланце позволяет построить интегральное уравнение задачи. Для решения полученного уравнения необходимо использовать различные приближённые методы, в частности вариационный подход. В одномодовом приближении поставленная задача решена в работах [1,2]. В данной работе к решению задачи применён вариационный подход в многомодовом приближении. Возможность построения стационарного функционала задачи позволяет использовать приближённое задание поля на раскрыве волновода в виде линейной комбинации конечного числа собственных типов волн. Это позволяет свести интегральное уравнение задачи к системе линейных алгебраических уравнений относительно амплитуд мод на раскрыве волновода.

В качестве примера рассмотрено возбуждение прямоугольного волновода волной основного типа H_{10} . Представлены численные результаты расчета модуля коэффициента отражения с помощью вариационного метода в одномодовом и многомодовом приближении для соотношения сторон волновода $a/b = 1.0$ в сравнении с результатами, полученными методом моментов, из работы [3]. При расчётах учитывались только моды $H_{2n+1,2k}$ и $E_{2n+1,2k}$, где n и k - произвольные целые числа, поскольку моды с другими индексами волной основного типа не возбуждаются.

Установлено, что в верхней части частотного диапазона одномодового режима расчет в одномодовом приближении дает результаты, которые плохо согласуются с результатами, полученными в работе [3] методом моментов. Увеличивая число рассматриваемых мод до четырёх ($H_{10}, H_{30}, H_{12}, E_{12}$) можно существенно улучшить соответствие. Таким образом можно сделать вывод, что при использовании вариационного принципа для расчёта характеристик согласования волноводных антенн с импедансным фланцем целесообразно использовать многомодовое приближение.

- [1] Комаров С. А. Вариационный принцип в задачах излучения из полубесконечного волновода с импедансным фланцем // *Изв. вузов. Радиоэлектроника*. – 1985. – Т. 28, №3. – С. 30-35.
- [2] Комаров С.А., Щербинин В.В. Входной адмитанс волновода с импедансным фланцем при излучении в плоскостроистую среду // *Известия АГУ* – 1997. – №1. С.47-50
- [3] Serizawa H., Hongo K. Radiation from a flanged rectangular waveguide // *IEEE Transaction on Antennas and Propagation*. – December 2005. – Vol. 53, no. 12. – Pp. 3953-3962.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ МОБИЛЬНЫМИ И БАЗОВЫМИ СТАНЦИЯМИ

Галстян С.Г.¹, Перевертайло Р.А.¹, Боброва¹ Н.Б. Старчевский¹ Ю.Л., Чурюмов¹ Г.И.,
Мачехин Ю.П.¹, Лебедев О.Г.²

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14

²Харьковский университет военно-воздушных сил
61023, г. Харьков, ул. Сумская, 77/79
e-mail: starchevskiy@yahoo.com

Современное общество активно использует возможности и преимущества мобильной связи. В городских условиях, где мобильная связь особенно важна, ситуация осложняется ещё и тем, что в окружающем пространстве присутствует большое количество помех и переотражённых сигналов от стен зданий и сооружений. Известно, что существуют зоны, в которых приём достаточно надёжный, и зоны, в которых он практически отсутствует.

Цель работы заключается в определении наиболее рационального взаимного размещения мобильных и базовых станций для улучшения характеристик покрытия пространства при минимизации общего электромагнитного фона.

Расчёт распределения энергии излучения мобильных и базовых станций основан на решении уравнений Максвелла методом конечных разностей во временной области. Численный расчёт предполагает дискретизацию пространства и времени. В качестве приближения, считается, что все величины, постоянны в пределах ячейки четырёхмерной сетки [1].

В данной работе построена электродинамическая модель комнаты (рис.1 а) и вычислено распределение энергии излучения мобильного телефона в произвольно выбранном заштрихованном сечении (рис.1 б). Получено распределение энергии в комнате от базовой станции.

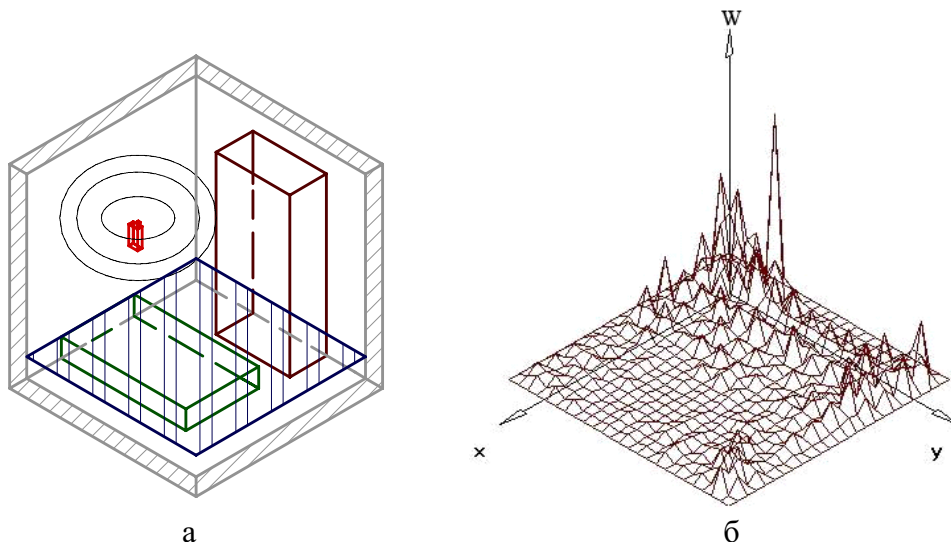


Рис.1

По результатам расчётов видно, где находится максимум энергии излучения в комнате от мобильного телефона и максимум излучения от базовой станции, в который рекомендуется поместить мобильный телефон для увеличения надёжности и качества связи.

[1] Taflove A., Hagness S. Computational electrodynamics. The finite-difference time-domain method. – Norwood.: Artech House inc., 2005. - 1006 P.

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ С ДВУМЯ L-ВЫСТУПАМИ

Кривопустенко В. В.

г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге 5, 344090
Южный Федеральный Университет
Физический факультет, кафедра прикладной электродинамики
e-mail: arkon_86@mail.ru

Работа посвящена расчету электродинамических параметров Н-волн прямоугольного волновода с двумя L-выступами с воздушным заполнением без потерь.

Благодаря комплексу преимуществ волновода сложного сечения (ВСС) позволяют создавать элементы и узлы, отвечающие современным требованиям и превосходящие по своим параметрам их аналоги на прямоугольных и круглых волноводах.

Рассматриваемый в данной работе прямоугольный волновод с двумя L-гребнями обладает рядом свойств, которые имеют как теоретический, так и практический интерес. В частности, он имеет большую область однородного электромагнитного поля и полосу одномодового режима превышающую полосы большинства других ВСС [1].

Для расчета критических волновых чисел и компонент электромагнитных полей данной структуры использовался метод частичных областей с учетом особенности электромагнитного поля на ребре. Он позволяет при минимальном времени счета получить максимально точные, по сравнению с другими методами, результаты расчетов, а также записать выражения для электромагнитных полей в аналитическом виде.

Согласно этому методу вся структура ВСС была разбита на семь областей. Эти области не имеют пересечений, а сопрягаются по прямым.

Для каждой из семи областей было записано уравнение, являющееся решением уравнения Гельмгольца в каждой области для z-составляющей магнитного вектора Герца в виде бесконечных рядов с неопределенными коэффициентами по собственным функциям частичных областей.

Собственные функции частичных областей записывались в соответствии с граничными условиями, а неизвестные коэффициенты разложения полей определялись через значения неизвестных функций пропорциональных для Н-волн E_y компоненте поля и заданных на линиях раздела частичных областей [2].

Из условия непрерывности H_z компоненты поля для Н-волн на смежных границах частичных областей, получили системы интегральных уравнений Фредгольма 1-го рода относительно неизвестных функций с ядрами, имеющими логарифмическую особенность.

Системы интегральных уравнений решались с использованием приближенного метода Галеркина, в результате чего были получены линейные однородные системы уравнений. Приравняв определители системы к нулю, получили трансцендентные уравнения для определения собственных чисел для Н-волн.

Результаты расчета критических волновых чисел позволяют предполагать, что этот волновод и семейство схожих с ним структур, может стать альтернативой другим гребневым волноводам, в частности при конструировании элементов фазированных антенных решеток.

[1] Saha P.V., Guha D. New Broadband Rectangular Waveguide with L-Shaped Septa.// IEEE MIT, V.40, №.4, April 1992

[2] Заргано Г.Ф., Лятин В.П., Михалевский В.С. и др. Волноводы сложных сечений.// М.: Радио и связь. 124 с., 1986

COLLAPSE IN BOSON-FERMIONIC MIXTURES WITH ALL-REPULSIVE INTERACTIONS

В.И. Притула, V.P. García

E.T.S.I., Departament de Matemáticas, Instituto de Matemática Aplicada a la Ciencia y la Ingeniería, Universidad de Castilla-La Mancha, Avda, Camila Jose Cela, 3, 13071 Ciudad Real, Spain.

Експериментальне отлучення Бозе-Ейнштейн конденсатов послужило толчком к тому, что теория квантовых газов является одной из самых активно развивающихся областей физики [1].

В контексте исследования бозон-фермионных смесей изучено множество интересных нелинейных эффектов. Эффект коллапса атомного облака, вызванный притягивающим взаимодействием, был исследован как экспериментально так и теоретически. В математической физике Эффект коллапса был давно известен, однако необходимость его подробного теоретического описания в применении к БЭК послужила почвой для множества теоретических исследований. Было установлено, что в вырожденных бозон-фермионных смесях, как правило, притягивающее взаимодействие отвечает за взрыв атомного облака[2,3].

В данной работе мы предлагаем описание новых возможных сценариев коллапса в вырожденных квантовых газах, преимущественно в бозон-фермионных смесях, в которых все взаимодействия отталкивающие. Эффекты раннего и супер-медленного коллапса приведены в качестве возможных сценариев.

- [1] M.H. Anderson, *et al.*, "Observation of Bose-Einstein Condensation in a Dilute Atomic Vapor", *Science*, 269, pp. 198-201, 1995.
- [2] A.G. Tuscott, *et al.*, "Degenerate quantum gases", *Phys. Rev. Lett.*, vol. 87, 080403, 2001.
- [3] C. Sulem, P. Sulem, "The nonlinear Schrödinger equation: Self-focusing and wave collapse", Springer, Berlin, 2000.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В МИНЕРАЛАХ В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН И ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР

Р.В. Головащенко, Е.В. Горошко

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

Исследование процессов поглощения электромагнитной энергии в материалах является перспективным для выяснения механизмов потерь в диэлектриках. Методика измерений диэлектрических характеристик, использующая дисковые диэлектрические резонаторы на модах шепчущей галереи (ДДР на МШГ), является одной из наиболее точных на сегодняшний день [1]. ДДР на МШГ изготавливаются непосредственно из исследуемых материалов. МШГ характеризуются большим числом вариаций поля по азимуту и ограничивают преобладающую часть электромагнитной энергии внутри диэлектрика. Потери на излучение становятся незначительными, и тангенс угла потерь образца может быть определен простой инверсией добротности Q_0 ($\tan\delta=1/Q_0$). В миллиметровом диапазоне длин волн благодаря небольшим размерам ДДР возможно проведение исследований образцов в криогенных системах малого объема. В большинстве случаев методика ДДР на МШГ используется для определения диэлектрических параметров материалов со сверхмалыми потерями в искусственных кристаллических материалах. Эта методика применена нами для исследования природных материалов со сравнительно малыми потерями энергии – минералов, состав и структура которых очень часто изменчивы.

Исследовались следующие минералы: хризопраз, опал, жадеит, родонит, кальцит, флюорит, топаз, сердолик, халцедон, агат. Для кальцита и флюорита изучены также температурные зависимости их искусственно полученных монокристаллических модификаций. Измерения выполнялись с помощью автоматизированного криодиэлектromетра (криокомплекса) [2] в диапазоне частот 50 – 80 ГГц и диапазоне температур 1 – 300 К. Резонаторы помещались в вакуумированную камеру, в которой обеспечивались режимы перестройки и стабилизации температуры. Получены зависимости тангенсов углов потерь материалов от температуры. Наименьшим значением потерь среди исследованных минералов в широком температурном интервале обладает образец топаза. Параметры образца: диаметр 18.01 мм, высота 1.02 мм. Величины тангенсов углов потерь в зависимости от температуры составляют 1.76×10^{-5} при 1 К, 1.90×10^{-5} при 4.2 К, 2.54×10^{-5} при 100 К, 16.58×10^{-5} при 300 К. Результаты проведенных измерений могут быть использованы для исследования диссипации электромагнитной энергии в диэлектриках со сложной составной структурой и определения содержания их составляющих [3].

Исследования выполнены на “Криомагнитном радиоспектроскопическом комплексе миллиметрового диапазона длин волн”, имеющем статус Национального достояния Украины, распоряжение Кабинета Министров Украины от 27.12.2006 г. N 665-р.

- [1] J. Krupka, K. Derzakowski, A. Abramowicz, M. E. Tobar, and R. G. Geyer, “Use of whispering-gallery modes for complex permittivity determinations of ultra-low-loss dielectric materials,” *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 47, no. 6, pp. 752-759, Jun. 1999.
- [2] V. N. Derkach, R. V. Golovashchenko, S. V. Nedukh, A. S. Plevako, and S. I. Tarapov, “Measurement of loss tangent of dielectric and semiconductor materials at millimeter waves and temperatures 0.9-300 K,” in *Digest of the Joint 30th Int. Conf. on Infrared and Millimeter Waves and 13th Int. Conf. on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2005)*, Williamsburg, Virginia, USA, 2005, pp. 192-193.
- [3] J. A. Scales and M. Batzle, “Millimeter wave spectroscopy of rocks and fluids,” *Appl. Phys. Lett.*, vol. 88, no. 6, p. 062906, Feb. 2006.



Пленарні доповіді

Біофізика

**Мікрохвильова та
Твердотільна Електроніка**

Радіофізика Твердого Тіла

Оптика та Фотоніка

**Теор. та Експериментальна
Електродинаміка**

**Радіолокація та Дистанційне
Зондування**

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ В ЗАДАННОМ РАЙОНЕ. РАСЧЕТ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ГОРОДКА ДНУ.

А.Д. Архипов

*Днепропетровский национальный университет
49050 г. Днепропетровск, ул. Наукова, 9*

e-mail: arkhipov.anton.d@gmail.com

Обеспечение электромагнитной совместимости систем связи является важной задачей при проектировании новых систем связи и оптимизации уже существующих. От грамотного учета электромагнитной обстановки зависит качество связи – уровень мощности принимаемого сигнала, отношение сигнал/шум и т.д. Для обеспечения качественных параметров канала связи необходима оценка электромагнитной обстановки в заданном регионе с учетом влияния ещё не существующей системы связи на уже развернутые.

Представляемая в данной работе модель основана на аналитических, полуэмпирических и эмпирических соотношениях. В ней учтено ослабление вследствие распространения сигнала в свободном пространстве, неоднородностей рельефа, влияние застройки, климата, осадков [1]. В модели учитываются помехи, возникающие на субгармониках и гармониках, и интермодуляционные, комбинационные помехи. В модели учтены системы мобильной и транкинговой связи с узкополосными и шумоподобными сигналами (системы связи с кодовым разделением каналов), радиорелейные линии, системы авиационной радиосигнализации, помехи от линий электропередач [2, 3]. Остальные виды помех учтены как белый шум.

В работе используется парная и групповая оценка электромагнитной совместимости, которая может проводиться с помощью детерминированных или вероятностных методов [2].

Для проверки работоспособности модели проведен тестовый расчет электромагнитной обстановки на территории университетского городка ДНУ, попадающего в зону обслуживания трех базовых станций стандарта GSM и двух базовых станций стандарта CDMA (CDMA 95 и CDMA 2000 x 1). Определена напряженность поля, излучаемого базовыми станциями, найдено взаимное влияние сигнала каждой базовой станции на отношение сигнал/шум для других станций, суммарный уровень помех, вносимых системами мобильной связи, шумы, вносимые радиорелейной линией в сигнал базовой станции и влияние этих шумов на показатели качества связи. Осуществлена парная и групповая проверка электромагнитной совместимости трех базовых станций стандарта GSM, приведено распределение напряженности поля для каждой базовой станции в графическом виде, найдено соотношение сигнал/шум для абонентов каждой БС, определен вклад каждой БС в шумовую обстановку.

Использование модели позволяет проводить оценку соответствия электромагнитной обстановки требованиям международных стандартов связи и санитарным нормам.

[1] Справочник по радиорелейной связи, под ред. С.В. Бородича. – М.: Радио и связь, 1981

[2] В.А. Иванов, Л.Я. Ильницкий, М. И. Фузик Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. – К.: Техніка, 1983

[3] Зюко А.Г. Помехоустойчивость и эффективность систем связи. - М., Связь, 1972.

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЗОНДИРУЮЩЕГО ИМПУЛЬСА ДЛЯ ПОИСКА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ГРУНТЕ

Л.А. Варяница-Рошупкина

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

Поиск несанкционированных врезок в трубопроводы различного назначения является задачей важной не только с точки зрения защиты экономических интересов собственника трубопровода, но и, в первую очередь, с позиции защиты экологии. Несанкционированные врезки всё чаще становятся причиной аварий, приводящих к большим потерям природных ресурсов и широкомасштабным загрязнениям окружающей среды. Как известно, наиболее перспективным для решения данной задачи является применение экологически безопасных георадиолокационных методов [1,2]. Современный уровень развития георадиолокационной техники позволяет работать с сигналами наносекундной длительности, зачастую достаточной для выполнения поставленной задачи. Однако малая радиолокационная контрастность зарытых в грунт пластиковых труб наталкивает на мысль о целесообразности применения все более и более коротких сигналов. Кажется, что чем меньше будет длительность зондирующего импульса – тем больше вероятность обнаружения искомого объекта. Однако, как показали проведенные исследования, это не всегда так. Степень справедливости данного предположения определяется в данном докладе.

Ввиду того, что зондирование осуществляется коротким импульсом электромагнитного поля, и объект находится на небольшом расстоянии от антенной системы, наиболее продуктивным путем выполнения моделирования поставленной задачи является решение ее методом конечных разностей во временной области (FDTD) [3]. Этот метод привлекателен своей универсальностью, позволяющей моделировать любые реальные электродинамические задачи без ограничений на сложность профиля и вид сигнала.

В ходе исследования был решен ряд задач по расчету амплитуд дифрагированного поля для зондирующих импульсов различной длительности. Полученные результаты позволили оценить контрастность изображения искомого объекта. Показано, что уменьшение длительности зондирующего импульса приводит к увеличению амплитуды отраженного от исследуемого объекта сигнала. Однако, происходит это лишь до некоторого «пикового» момента, после которого начинает сказываться все более увеличивающееся затухание при распространении в средах, присущее сигналам малой длительности. В итоге для все более коротких сигналов увеличение затухания при прохождении в средах начинает преобладать над увеличением амплитуды отраженного от исследуемого объекта сигнала.

Полученные в работе результаты позволяют существенно ослабить требования к аппаратуре, применяемой для поиска, поскольку, как было показано выше, применение максимально коротких импульсов не всегда является оптимальным.

- [1] Вопросы подповерхностной радиолокации / Под ред. А.Ю. Гринева. - М.: Раднотехника, 2005. - 416 с.
- [2] *Варяница-Рошупкина Л.А., Почанин Г.П.* Основы успешной стратегии поиска несанкционированных врезок с применением георадаров // Матеріали IV науково-практичної конференції «Вплив руйнівних повеней та небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж». - с.Синяк (Україна). – 2006. - с. 76-80.
- [3] *Taflove A.* Computational electrodynamics. The Finite-Difference Time-Domain Method. Boston-London: Artech House. - 1995. – 599 p.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЕЛЕНГАЦИОННОГО СПЕКТРА MUSIC ПРИ РЕТРАНСЛЯЦИОННОМ МЕТОДЕ ДИАГНОСТИКИ ТОЧЕЧНЫХ ФЛУКТУИРУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

Е.И. Вдовиченко

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

Ретрансляционный метод дистанционной диагностики обладает повышенной пространственной избирательностью и может работать на небольших дальностях до контролируемых объектов. Как наличие помеховых отражений от других объектов, попавших в зону обслуживания, так и амплитудный, угловой и скоростной шум, вызванный перемещением или изменением ориентации объекта на антенну системы диагностики, ограничивает точность измерения величин. Усовершенствование ретрансляционной измерительной системы путём применения статистической теории радиосистем позволяет учитывать угловые, дальномерные и скоростные ошибки при измерениях. Алгоритм сверхразрешения MUSIC позволяет оценивать количество объектов в зоне обслуживания и определять их угловые координаты, не прибегая к электрическому или механическому перемещению диаграммы направленности антенны, используя алгоритмические способы обработки принятых сигналов [1]. В случае, когда параметры контролируемых объектов близки, алгоритм MUSIC более эффективен по сравнению с разностно-фазовым методом, в смысле его разрешающей способности. Но при этом метод MUSIC предполагает некоррелированность сигналов источников между собой, что в реальных условиях выполняется не всегда. Метод MUSIC основан на формировании пространственно-корреляционной матрицы и последующим её разложением по собственным векторам и собственным значениям, которые формируют пеленгационный спектр [1,2]. Изменение пространственного коэффициента корреляции амплитуды входного сигнала, рассеянного двухэлементным объектом, получено методом статистических испытаний, путём моделирования на компьютере (рис.1). Изменение коэффициента корреляции при ретрансляционном методе (кривая 1) отличается от радиолокационного случая (кривая 2). При ретрансляционном методе амплитуда спектральных линий алгоритма MUSIC (рис.2) значительно выше, ширина их уже, чем при радиолокационном методе. Разрешающая способность ретрансляционного измерителя выше.

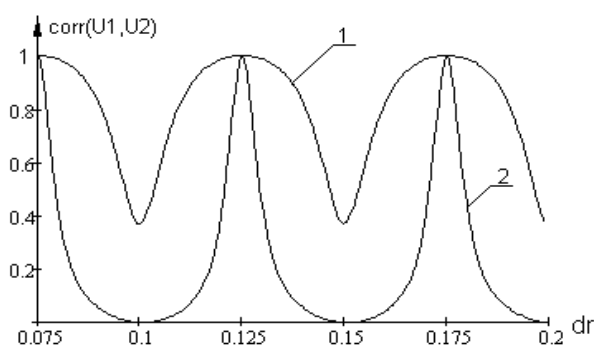


Рис. 1. Зависимость изменения коэффициента корреляции

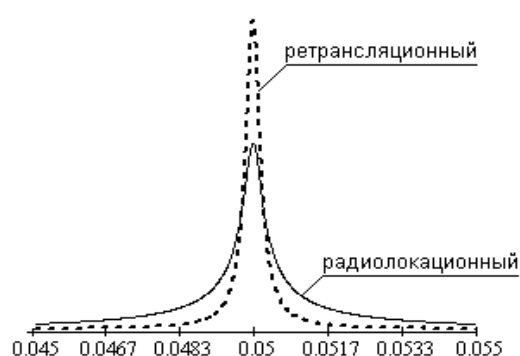


Рис. 2. Пеленгационный псевдоспектр MUSIC

- [1] Зотов С.А., Макаров Е.С., Нечаев Ю.Б. Методы сверхразрешения в задачах радиопеленгации. Под ред. профессора Ю.А. Корчагина. - Воронеж: РНЦИЭ, 2006. - 84 с.
[2] Марпл.-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложение: Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. - 584 с., ил.

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ GPS ТЕС ВАРИАЦИЙ ПЕРЕД СЕЙСМИЧЕСКИМ СОБЫТИЕМ В ПЕРУ 26 СЕНТЯБРЯ 2005 Г.

И.Е. Захаренкова¹, Э.Л. Афраимович², И.И. Шагимурагов¹, Н.Ю. Тепеницина¹

¹*Западное отделение ИЗМИРАН*

236010, Россия, г. Калининград, пр. Победы, 41

²*Институт солнечно-земной физики СО РАН*

664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 126а

e-mail: zakharenkova@mail.ru

В работе представлены результаты анализа пространственно-временной модификации экваториальной ионосферы для американского долготного сектора на временном интервале, предшествовавшем мощному землетрясению с магнитудой 7.5, зарегистрированному в северном Перу 26 сентября 2005 г. в 01.55 UT (LT=UT-5h). Географические координаты эпицентра (5.67°S , 76.41°W), геомагнитные - (4.55°N , 355.33°). В работе обсуждается возможное влияние процессов подготовки землетрясения на главную особенность низкоширотной ионосферы – экваториальную аномалию.

В последние годы развитие мониторинга ионосферных эффектов различной природы связывается с использованием сигналов глобальных навигационных систем GPS / ГЛОНАСС. С помощью измерений временных задержек этих сигналов можно осуществлять картирование полного электронного содержания ионосферы (ТЕС – Total Electron Content) в столбе единичного сечения и изучать его временную эволюцию, отражающую вариации максимальной электронной концентрации (N_mF_2) в слое F2 ионосферы.

Для оценки пространственных масштабов и временной динамики сейсмо-ионосферной аномалии были использованы глобальные ТЕС карты (Global Ionospheric Map), построенные в формате IONEX с двухчасовым интервалом и разрешением 5° по долготе и 2.5° по широте. Были построены карты широтно-временного распределения ТЕС, а также меридиональные разрезы структуры ТЕС на долготе 75°W . Анализ ТЕС карт позволил выявить модификацию экваториальной аномалии за несколько суток до землетрясения – наблюдалась специфическая трансформация распределения ТЕС в вечерние и ночные часы местного времени. Данная модификация имела вид двугорбой структуры с провалом около геомагнитного экватора, что говорит об усилении экваториальной аномалии и протягивании «хвоста» аномалии в вечерний сектор. Разница между значениями в горбах и провале достигала 16-18 TECU. Анализ GIM ТЕС за 3 месяца показал, что это достаточно атипичная ситуация для данного региона и сезона, поскольку обычно в это время восстанавливается нормальное широтное распределение электронной концентрации с единственным максимумом вблизи геомагнитного экватора.

Далее для более детального изучения особенностей суточного хода ионосферы в изучаемой области были рассмотрены региональные карты ТЕС, построенные с пространственным разрешением 1° и временным интервалом 1 час на основе обработки измерений от более чем 50 GPS станций, расположенных в данном регионе, по модели LPIM (La Plata Ionospheric Model). Анализ LPIM карт подтвердил наличие модификации ТЕС распределения в вечернее время и позволил более точно оценить числовые характеристики наблюдаемого эффекта.

Ранее подобные эффекты трансформации экваториальной аномалии были обнаружены для низкоширотных землетрясений по данным наземных станций ВЗ и бортовых ионозондов спутников Alouette-2 и Intercosmos-19. Данные особенности поведения foF_2 интерпретировались в рамках адаптированной модели естественных ионосферных процессов, таких как «фонтан-эффект», но стимулированными электрическими полями сейсмического происхождения, - то есть процессом усиления экваториальной аномалии в околоэпицентральной области.

ВЛИЯНИЕ АЗИМУТАЛЬНОГО УГЛА ОБЛУЧЕНИЯ НА ПОЛЯРИЗАЦИОННО - СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ КОРАБЕЛЬНЫМИ ВОЛНАМИ

Луценко В.И., Луценко И.В.

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

Экспериментально исследованы угловые зависимости ЭПР и спектров отражений от корабельных волн на различных поляризациях.

Исследование осуществлялось с использованием двухчастотного поляриметра с непрерывным режимом излучения и длинами волн 3см и 8мм.

Установлено, что для отражений от морских волн азимутальная анизотропия ЭПР меньше, чем для корпуса объекта и не превышает 6дБ. Для них характерна большая деполаризация рассеянного сигнала (0-7дБ), чем для возбуждающего надводного объекта - (8-9дБ). Соотношение между ЭПР корпуса объекта и корабельных волн составляет (10-16)дБ на согласованной и (4-10)дБ - ортогональной излученной поляризациях.

Угловые зависимости отражений от системы корабельных волн, расходящихся с углом полураствора $18,5^{\circ}$ от корпуса, удовлетворительно описываются соотношениями Мура для морского волнения. Их средняя ЭПР может достигать единиц квадратного метра.

ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБНАРУЖЕНИЮ ЗОН ВЕРОЯТНОГО ОБЛЕДЕНЕНИЯ САМОЛЕТА. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ.

Питерцев А.А.

*Кафедра Аэронавигационных систем, Национальный Авиационный Университет,
Пр. Комарова 1, 03058, Киев, Украина*

Обледенение самолета - опасное метеорологическое явление. Наиболее важными условиями для образования корки льда на корпусе самолета или на крыльях являются наличие переохлажденных водных капель, высокой влажности и отрицательной температуры воздуха. Дистанционное зондирование облаков с помощью поляриметрического радара может помочь обнаружению таких капель в облаке. Это может быть использовано для избегания опасных ситуаций во время полета.

В данном исследовании применялось математическое моделирование микроволнового обратного рассеяния от ледяных кристаллов различных форм и водных капель в дожде и облаках. Гидрометеоры, такие как водные капли и ледяные кристаллы, рассеивают падающие электромагнитные волны. Поляризация отраженного сигнала зависит от формы, размера, ориентации и типа частиц.

Микроструктура облаков и осадков может быть описана с помощью физических и статистических свойств гидрометеоров. Облака без дождя состоят из малых капелек, которые являются почти сферическими по форме. Именно поэтому поляризация падающей волны не играет никакой роли при рассеянии на таких облаках. Дождь характеризуется упорядоченной ориентацией капель в вертикальной плоскости. В случае кристаллов нет определенного соотношения между размером и формой частицы, как, например, это наблюдается для капель дождя. Кроме того, важной особенностью кристаллического облака по сравнению с дождевым является более хаотическая ориентация рассеивателей в пространстве. Ключевой момент в этом исследовании – это предположение о способности поляриметрического навигационного радиолокатора определять тип гидрометеоров в случае однородной среды (рассеивателей одного типа). Результаты моделирования, так же как и некоторых доступных измерений, показывают, что у поляриметрических параметров отраженного сигнала есть большой потенциал для обнаружения условий вероятного обледенения самолета. Рассматривалось применение только линейного (горизонтально-вертикального) поляризационного базиса, однако, подобные методы действительны для круговой или других поляризационных базисов.

Анализировались следующие алгоритмы:

- 1) Логический поляриметрический алгоритм
- 2) Алгоритм с использованием нейронной сети
- 3) Алгоритм с использованием нечеткой логики.

- [1] Довиак Р., Зрнич Д. Доплеровские радиолокаторы и метеорологические наблюдения. - М.: Гидрометеиздат, 1988. - 512 с
- [2] H.W.J.Russchenberg. Наземное отдаленное считывание осаднения, используя мультиполяризованный ИЗ - ПО ЧАСОВОЙ СТРЕЛКЕ Радиолокатор эффекта Доплера. - Дельфтский Университетский Пресс, 1992, - 206 р

МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЛАЧНОСТИ ДЛЯ ДАННЫХ СКАНЕРА AVHRR, ОТНОСЯЩИХСЯ К ЧЕРНОМУ МОРЮ.

Е.В. Плотников

*Морской гидрофизический институт НАН Украины
99011 г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: plotnikov_e_v@mail.ru*

Фильтрация облаков на спутниковых ик-изображениях является важным этапом при решении задачи восстановления температуры морской поверхности по данным дистанционного зондирования. Как правило, методики выделения облачности базируются на пороговых алгоритмах, использующих особенности формирования восходящего излучения в различных спектральных интервалах. В представляемой статье описывается один из вариантов такой методики, регионально адаптированной для Черноморского региона. Необходимость адаптации обусловлена тем, что существующие алгоритмы фильтрации в основном являются универсальными и не учитывают особенности атмосферных процессов рассматриваемого региона.

На основе анализа данных сканера AVHRR, относящихся к Черному морю, были проанализированы и модифицированы известные алгоритмы выделения облачных ситуаций для ночных и дневных данных [1-4]. Эти алгоритмы, представляющие собой набор последовательных фильтров, использующих текстурные и спектральные особенности изображений, легли в основу разработанной методики. При изучении результатов обработки массивов спутниковых данных, полученных в 2005 и 2006 годы, была оценена эффективность метода. Проведен анализ недостатков использованных фильтров, приведены примеры ситуаций, в которых алгоритм работает некорректно. Рассмотрены возможные пути совершенствования методики.

- [1] *Larry L. Stowe, Paul A. Davis, and E. Paul McClain.* Scientific Basis and Initial Evaluation of the CLAVR-1 Global Clear/Cloud Classification Algorithm for the Advanced Very High Resolution Radiometer. *Journal of atmospheric and oceanic technology.* -1999. - Volume 16. Pages 656-681.
- [2] *Растоскуев В.В., Шалина Е.В.* Метод фильтрации облачности для данных прибора AVHRR, относящихся к региону Балтийского моря // *Исследования Земли из космоса.* – 1996. – №1. – с.47-55
- [3] *Saunders R.W.* An automated scheme for the removal of cloud contamination from AVHRR radiances over western Europe. // *Int. J. Remote Sensing.*– 1986.– V.7.– №7.– pp.867-886.
- [4] *Saunders R.W., Kriebel K.T.* An improved method for detecting clear sky and cloudy radiances from AVHRR data. // *Int. J. Remote Sensing.*– 1988.– V.9.– №8.– pp.123-150.

ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩАЯ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННАЯ АППАРАТУРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ

О.С. Поликовский

Факультет физики, электроники и компьютерных систем, Днепропетровский Национальный университет, Украина, 49050, Днепропетровск, ул. Научная, 9.
e-mail: ovsyan_viktor@mail.ru, phone 8 (056) 776-90-92.

Рассмотрено современное состояние сверхширокополосной связи (СШС) и перспективы ее развития. Приведены основные сведения о приемопередающей СШС аппаратуре и сверхширокополосным антеннам. Выполнен расчет дальности действия и скорости передачи данных с использованием наносекундных импульсных сигналов. Дальность связи снижается с увеличением скорости передачи данных. При этом, она также уменьшается при уменьшении длительности сверхкороткого импульса. Этими зависимостями, в основном, определяется область применения СШС. Низкоскоростные системы можно использовать для скрытого обмена данными на расстояниях до нескольких километров, высокоскоростные – для внутри офисного обмена данными и обмена данными со скоростью порядка сотен Мбит/с между мобильными устройствами. Предложено для СШС применять сверхширокополосные турникетные антенные решетки круговой поляризации с включенными емкостными элементами и петлевые антенны, выполненные на основе холодной плазмы газового разряда.

Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора кафедры Электронных средств телекоммуникаций Овсяникова В.В.

ШИРОКОПОЛОСНИЙ СВЧ ПЕЛЕНГАТОР

С.А. Радионов

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

В настоящее время широко используются радиосистемы, работающие на частотах выше 1 ГГц. Развитие современных линий связи, таких как WiMAX технологии, стимулирует переход к более высоким частотам. В этом случае требуется соответствующий мобильный пеленгатор.

Основной целью данной работы является разработка и создание компактного широкополосного пеленгатора, использующего метод нулевой амплитуды.

Мы предлагаем оригинальную зеркальную антенну пеленгатора, которая состоит из главного зеркала и облучателя в качестве монополярной антенны, расположенной в фокусе главного зеркала. В ходе выполнения работы были измерены характеристики излучения макета антенны в ближней и дальней зонах и, основываясь на экспериментальных результатах, были выбраны ее оптимальные параметры. Измерения, проведенные в дальней зоне, показали, что данная зеркальная антенна имеет однолепестковую коническую диаграмму направленности в диапазоне частот от 6 до 11 ГГц.

Существует два режима работы пеленгатора: определение максимального уровня сигнала и определение пеленга на источник радиоизлучения. Необходимость разделения режима работы пеленгатора на два обусловлена алгоритмом индикации уровня сигнала, которая осуществляется с помощью светодиодов, расположенных V-образно на рабочей панели блока управления пеленгатора. Такое расположение светодиодов имитирует форму диаграммы направленности зеркальной антенны с глобальным минимумом в центре, по которому и предлагается определять пеленг.

Функциональная схема блока управления создана на базе микроконтроллера MSP-430, с помощью которого реализуется алгоритм регистрации сигнала и индикации уровня его уровня на рабочей панели.

С помощью вышеупомянутого пеленгатора было проведено испытание модели по определению пеленга СВЧ источников. В качестве источника был использован открытый конец 3-хсантиметрового волновода, который располагался на расстоянии 20 метров от пеленгатора. В этом случае точность определения пеленга составляла 4^0 . Результаты экспериментов предложенного компактного пеленгатора представляются привлекательными с точки зрения его применения в различных беспроводных системах связи.

НАБЛЮДЕНИЕ СЛАБЫХ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ХАРЬКОВСКОМ РАДАРЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

Черняк Ю.В., Лысенко В.Н.

Институт Ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
e-mail: therniak@kpi.kharkov.ua

Характеристики ионосферной плазмы реагируют на изменения солнечной и магнитной активности, на волновые явления, вызванные мощными процессами в литосфере и атмосфере Земли. Исследование структуры и динамики ионосферы важно как для понимания физики протекающих в ней процессов, так и для решения радиофизических задач. Метод некогерентного рассеяния (НР) радиоволн позволяет определять экспериментально как регулярные вариации электронной концентрации N_e и сопутствующих параметров ионосферы, так и их поведение во время возмущений естественного и антропогенного происхождения. Точность разработанных авторами аппаратуры и методик измерений позволяет получать достоверные данные о поведении ионосферы во время ионосферных возмущений различного происхождения и интенсивности. В работе изложены результаты наблюдений основных параметров НР сигнала и ионосферной плазмы во время слабой магнитной бури, солнечного затмения, ионосферных возмущений вызванных стартом мощной ракеты-носителя (РН), сейсмической активностью.

Приведены экспериментально полученные на Харьковском радаре НР высотно-временные зависимости параметров ионосферной плазмы возмущенной ионосферы во время магнитной бури слабой интенсивности 04 – 6 апреля 2006 ($K_p=5$, $Dst=-100$ нТл). Во время главной фазы бури наблюдалось положительное возмущение (N_e увеличилась в 1.3 раза), 5 апреля, при максимальном Dst – отрицательное возмущение (N_e уменьшилась в 1.6 раза), 6 апреля – положительное возмущение (2-я положительная фаза бури - N_e увеличилась в 1.33 раза). В период отрицательной ионосферной бури высота максимума слоя F2 увеличилась на 30-40 км, ионная температура днем увеличилась на ~ 150 К, электронная температура увеличилась на ~ 600 К.

Для даты 29.03.2006, когда произошло частичное затмение Солнца (коэффициент покрытия диска $\sim 73\%$), приводятся суточные хода N_e и температур заряженных частиц ионосферной плазмы в максимуме ионизации и выше. Наблюдалась быстрая реакция значений электронной концентрации и температуры электронов на изменение фаз затмения Солнца. Так же приведено высотно-временное распределение N_e и сечения рассеяния ионосферной плазмы (пропорционального N_e) в диапазоне высот 100–300 км разрешением по высоте 20 км. Наблюдалось уменьшение этих параметров до полутора раз на высотах 120–80 км. На стадии завершения затмения впервые наблюдалось увеличение частоты появления спорадического слоя Es, аналогичное наблюдаемым в вечерний период, что может быть инициировано волновыми процессами, вызванными затмением Солнца аналогично вечернему терминатору.

Во время запуска 25 декабря 2006 года с космодрома Байконур (расстояние до точки наблюдения 2500 км) РН тяжелого класса "Протон-К" наблюдались возмущения в околоземном космическом пространстве. По результатам измерения сечения рассеяния ионосферной плазмы зарегистрированы две возмущенные области. Первая наблюдалась через 8 мин, а вторая – через 60 мин после старта РН. Приведены графики высотно-временного распределения сечения рассеяния.

Заметное увеличение электронной концентрации ионосферной плазмы (до 1,4 раз) наблюдалось в ночь с 25 на 26 декабря 2004 года. В этот период геомагнитных возмущений не происходило ($Dst \sim -30$ нТл). Это аномальное явление предположительно связано с мощным землетрясением (M 9.1) в районе о.Суматра 26 декабря 2004 года.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА СИНХРОНИЗАЦИЮ ОПОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ЧЕРЕЗ АТМОСФЕРНЫЙ КАНАЛ СВЯЗИ

И.Б. Широков, И.В. Сердюк

*Севастопольский национальный технический университет
99053, г. Севастополь, Стрелецкая балка, Студгородок СевНТУ
e-mail: shirokov@stel.sebastopol.ua*

В работе представлены результаты расчёта влияния атмосферного канала связи на погрешность синхронизации гармонических опорных генераторов. Данная задача решалась в рамках работы по проектированию гомодинного измерителя флуктуаций амплитуды и набега фазы сигнала в атмосферном канале связи СВЧ диапазона [1, 2]. Для этого необходимо передать начальную фазу низкочастотных колебаний (4 кГц) от одного генератора к другому через атмосферный канал связи, используя тональную частотную модуляцию. Длина волны несущего колебания выбрана равной 2 м. Измерительная трасса имеет длину равную 3 км. Задача синхронизации генераторов решалась путём введения кольца ФАПЧ для подстройки управляемого генератора на приёмной стороне. В качестве опорных генераторов выбраны кварцевые, термостатированные с относительной нестабильностью частоты равной 10^{-7} . Тип приёмника выбран супергетеродинный с двумя преобразованиями частоты.

В результате проведённых исследований рассчитано влияние флуктуаций параметров канала связи на передаваемый синхронизирующий сигнал и стабильность подстраиваемого генератора. Проанализированы факторы, влияющие на стабильность подстраиваемого генератора и найдены оптимальные параметры системы синхронизации.

На систему синхронизации оказывают влияние следующие дестабилизирующие факторы: нестабильность частоты опорного генератора, нестабильность комплексного коэффициента передачи атмосферного канала связи, аддитивный шум на входе приёмника, нестабильность частот гетеродинов приёмника. Таким образом, все дестабилизирующие факторы, воздействующие на систему ФАПЧ можно свести к двум: аддитивному шуму и фазовому шуму (нестабильность частоты).

Проведено аналитическое исследование влияния отдельно аддитивного и фазового шума на качество работы системы синхронизации. В результате показано, что при указанных параметрах системы синхронизации влиянием фазового шума на работу системы можно пренебречь. Получены законы распределения вероятности ошибки регулирования фазы системой ФАПЧ: при начальных расстройках 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 и 0,9 от полосы удержания, а также при отношениях сигнал/шум на входе ФАПЧ 6; 12; 18; 32 и 42 дБ.

В результате проведённых исследований показано, что для уменьшения среднеквадратического отклонения разности фаз подстраиваемого и опорного генераторов до величины $2,5^\circ$ необходимо обеспечить отношение сигнал / шум на входе системы ФАПЧ равное 42 дБ.

Таким образом, на основании результатов теоретического исследования и компьютерного моделирования, доказана возможность реализации простой системы фазовой синхронизации двух опорных генераторов через атмосферный канал связи, для построения гомодинного измерителя флуктуаций амплитуды и набега фазы сигнала в канале связи.

- [1] *I.B. Shirokov, M.V. Ivashina, "Amplitude and Phase Progression Measurements on Microwave Line-of-Sight Links", IGARSS'2001, Conf. Proc. Sydney, Australia, pp. 3646, (2001).*
- [2] *I.B. Shirokov, S. Shaban, S. Polivkin, D. Sinitsyn, "Theoretical Modeling and Experimental Investigations of Amplitude and Phase Progression Fluctuations on Microwave Line-of-Sight Links in Relation with Natural Medium Conditions", IGARSS'03, Conf. Proc. Toulouse, France, vol. 7, pp. 4177 – 4179, (2003).*

ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ НАД ЧЁРНЫМ МОРЕМ ЗА ПЕРИОД С МАЯ 2006 ПО СЕНТЯБРЬ 2007 ГОДА

Д.В. Яковлева¹, Г.А. Толкаченко¹, В.Н. Holben², А.В. Смирнов²

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

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

Аэрозольные свойства атмосферы в значительной степени влияют на формирование климата Земли, в результате воздействия на солнечное и земное излучение. Потому в последнее время большое внимание уделяется изучению свойств атмосферного аэрозоля с использованием спутниковых и наземных средств измерений[1]. Одной из наиболее эффективных наземных сетей мониторинга атмосферного аэрозоля является сеть AERONET. Преимуществом этой сети является использование однотипных автоматических фотометров и стандартизированных процедур калибровки и обработки полученных данных. Измерительная система сети AERONET построена на основе спектральных радиометров Sun photometer серии CE-318 производства фирмы CIMEL Electronique (Франция). К работам по международной программе AERONET Морской Гидрофизический Институт НАН Украины приступил в мае 2006 года и с этого времени в Севастополе осуществляется непрерывный мониторинг оптических характеристик атмосферного аэрозоля.

Целью работы является исследование основных оптических характеристик атмосферного аэрозоля в Севастополе в период май 2006-сентябрь 2007 года по данным измерений солнечных фотометров CIMEL 318. Основным способом определения основных оптических характеристик атмосферы и её переменных компонент (аэрозольной оптической толщины (АОТ), водяного пара (W) и параметра Ангстрема α), - является измерение ослабления в атмосфере спектрального состава прямой солнечной радиации. Среднемесячные значения параметров определялись путём осреднения среднесуточных значений, максимальные и минимальные значения - как наибольшие и наименьшие из среднесуточных максимумов и минимумов.

Проведены измерения аэрозольной оптической толщины, влагосодержания и показателя Ангстрема в Севастополе. Проанализированы среднедневные и среднемесячные оптические характеристики аэрозоля, а также графики и гистограммы зависимостей показателя Ангстрема от влагосодержания и АОТ, зависимость АОТ на 500 нм от влагосодержания и построены спектральные зависимости АОТ. Полученные результаты позволяют выявить региональные особенности оптических характеристик атмосферного аэрозоля над Черным морем в районе Севастополя и их временную изменчивость.

Полученные данные могут использоваться для изучения радиационного баланса, процессов переноса излучения, моделирования оптических полей в системе океан-атмосфера и коррекции спутниковых оценок оптических характеристик аэрозоля в задачах дистанционного определения био-оптических характеристик вод Мирового океана.

- [1] Кондратьев К.Я. Радиационное возмущающее воздействие, обусловленное аэрозолем // Оптика атмосферы и океана. 2003 Т.16. №1.С. 5 – 18.
- [2] Holben B.N., T.F.Eck, I.Slutsker, D.Tanre, J.P.Buis, A.Setzer, E.Vermote, J.A.Reagan, Y.Kaufman, T.Nakajima, F.Lavenu, I.Jankowiak, and A.Smirnov, 1998: AERONET - A federated instrument network and data archive for aerosol characterization, *Rem. Sens. Environ.*, 66, 1-16.
- [3] Dubovik, O. and M. D. King, 2000: A flexible inversion algorithm for retrieval of aerosol optical properties from Sun and sky radiance measurements," *J. Geophys. Res.*, 105, 20 673-20 696

КОМПЬЮТЕРНЫЙ СПОСОБ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ ЗОНДИРОВАНИИ ИОНОСФЕРЫ МЕТОДОМ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

Д.П. Белозёров

*Институт ионосферы НАН и МОН Украины
61002, г. Харьков – 2, ул. Червонопрапорная 16, Радиофизический корпус
e-mail: iion@kpi.kharkov.ua*

Метод некогерентного рассеяния радиоволн (НР) позволяет получать сведения о структуре ионосферы и процессах происходящих в ней (температуры электронов и ионов, концентрация электронов, скорость дрейфа плазмы и др.) на высотах от 100 до 3000 километров. Радиолокатор НР решает прямую задачу – измеряет спектр и (или) автокорреляционную функцию (АКФ) сигнала НР и обратную – путем многократного решения прямой задачи для теоретически заданных параметров. С использованием метода наименьших квадратов результаты сопоставляются до тех пор, пока теоретическая АКФ или спектр не будет удовлетворять заданным условиям [1] (Рис.1).

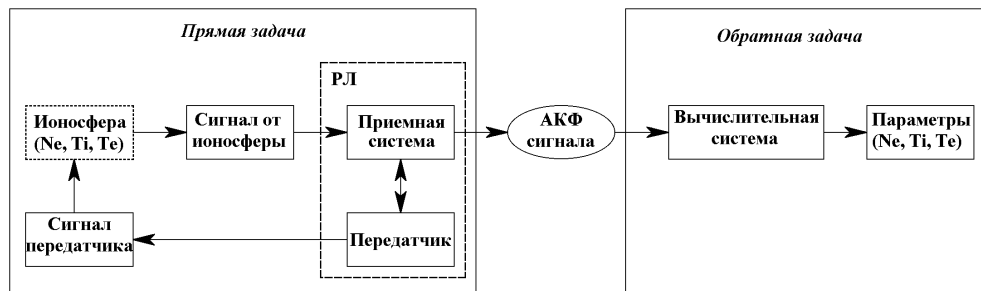


Рис 1. Общая схема работы радиолокационной системы при изучении параметров ионосферы

При реальных измерениях параметров ионосферы с использованием радиолокационной системы (РЛС) не зная значения исходных параметров нельзя утверждать истинность полученных результатов. Для контроля работы РЛС в целом предлагается использовать компьютерную модель измерительных преобразований при импульсном зондировании ионосферы (Рис. 2).

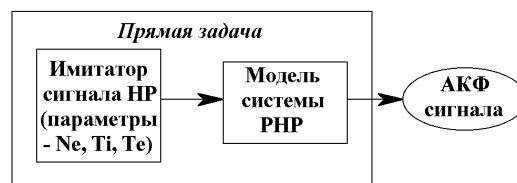


Рис 2. Общая схема работы модели.

Модель представляет собой, во-первых – программный имитатор сигнала НР, в котором содержится информация о параметрах ионосферы, во-вторых – компьютерную модель функционирования радиолокатора НР, которая повторяет алгоритм обработки данных в РНР [2]. В итоге, повторяя исходные параметры, можно контролировать алгоритмы работы вычислительной системы и измерительной установки для уточнения различных результатов ионосферных исследований.

- [1] Пуляев В.А. Статистическое оценивание параметров ионосферы в методе НР радиоволн. // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2002. Вып. 129, С. 98 – 102.
- [2] Белозёров Д.П. Модель измерительных преобразований при некогерентном рассеянии. // Вестник НТУ "ХПИ". Сборн. научн. тр. Тематический выпуск: Радиофизика и ионосфера. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 20 '2005 с. 51-54

**ПОЛЯРИЗАЦИОННО-СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ МИЛЛИМЕТРОВЫХ
РАДИОВОЛН ГИДРОМЕТЕОРАМИ.**

В.И. Луценко, И.В. Луценко

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

Распознавание природы гидрометеоров является сравнительно новой областью радиометеорологии, в связи с чем, поиск и исследование устойчивых информативных признаков считается весьма актуальным направлением исследований.

Эксперименты по изучению пространственных характеристик отражений от гидрометеоров проведены с использованием когерентно-импульсных измерительных радиолокационных систем с длинами волн 2см, 8мм и 4мм.

Для измерений поляризационно – спектральных характеристик использовались измерительные радары с непрерывным излучением: трехчастотный гомодинный поляриметр с длинами волн 10 см, 8 мм и 4 мм; двухчастотный поляриметр на волнах 3 см и 8 мм; поляриметр с синусоидальной частотной модуляцией излучаемого сигнала на волне 8мм.

Экспериментальные исследования проводились на морском побережье и в континентальной зоне суши. Это позволило исследовать специфику выпадения осадков в морских и сухопутных районах, а также установить влияние осадков на поляризационные характеристики обратного рассеяния от морской поверхности и участков суши, покрытых растительностью.

Изучена пространственная когерентность рассеянного гидрометеорами сигнала, коэффициенты деполяризации отдельных спектральных компонент и сигнала в целом. Предложен метод описания структуры рассеянного сигнала при помощи матриц коэффициентов корреляции спектральных компонент на ортогональных поляризациях.

ДИАГНОСТИКА ТРОПОСФЕРНОЙ РЕФРАКЦИИ ПО МНОЖИТЕЛЮ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОЛЯ УКВ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ НА ПРИЗЕМНЫХ ЗАГОРИЗОНТНЫХ ТРАССАХ.

Луценко И.В., Луценко В.И., Хоменко С.И.

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

Для диагностики тропосферной рефракции использовалось излучение телевизионного центра, г. Белгорода, расположенного вне пределов прямой видимости из г. Харькова.

Проведение круглосуточных измерений в период с 2000г. по 2007г. позволили установить, что примерно в 15% -20% случаев суточные изменения коэффициента преломления не наблюдались, в 45%-55% случаев происходило возрастание множителя ослабления до 10 дБ после захода Солнца и до восхода, обусловленное повышенной рефракцией в приземном слое тропосферы. В 30% - 35% случаев наблюдались интерференционные явления в канале распространения, обусловленные наличием инверсионных слоев и изменением высоты их расположения в вечерне-утренние часы с глубиной замираний достигавшей 40 дБ.

Пересчет множителей ослабления в градиенты коэффициентов преломления позволили изучить динамику наблюдения различных рефракционных ситуаций в различные сезоны. Она получена путем разделения всех наблюдаемых в тропосфере рефракционных ситуаций по виду принимаемых сигналов на три группы:

1. **Нормальная**- в течении суток наблюдаются незначительные (менее 3 дБ) изменения уровня сигнала;
2. **Повышенная** - в течение суток происходит значительное, более чем на 3 дБ, изменение уровня принимаемого сигнала, как правило, в вечерне-утренние часы. Величина перепада позволяет оценить эффективные значения градиента коэффициента преломления;
3. **Повышенная, с наличием приподнятых инверсионных слоев** - наблюдаются значительные изменения в течение суток уровня сигнала (в большинстве случаев в вечерне-утренний периоды), которые носят осциллирующий характер.

Оценка глубины и периода осцилляций позволяет оценить коэффициент отражения и скорость перемещения слоя.

А

Андрущенко В.	Біо	28
Агафонова А.С.	Біо	46
Адельянов А.В.	Біо	47
Алексін С.Г.	ТЕЕ	121
Ангельский П.О.	ОФ	105
Андреев А.А.	РТТ	72
Апостолов С.С.	РТТ	77
Архипов А.Д.	РДЗ	128
Афраймович Э.Л.	РДЗ	131

Б

Бабко Д.В.	МТЕ	61
Багмут Т.В.	РТТ	83, 88
Баран М.О.	МТЕ	56
Белозёров Д.П.	РДЗ	140
Березняк Е.Г.	Біо	31
Близнюк Ю.Н.	Біо	30
Богатина Н.И.	Біо	45, 52
Больбух Т.В.	Біо	30
Бондаренко В.А.	Біо	45, 52
Бондаренко С.А.	РТТ	78
Борискина Е.П.	Біо	40
Боуж П.	Біо	28
Булана Т.М.	РТТ	73
Буряк И.А.	Біо	43
Бутрым А.Ю.	ТЕЕ	114, 115

В

Вакуленко О.В.	ОФ	98
Валеев В.А.	Біо	36
Варяница- Рощупкина Л.А.	РДЗ	129
Васючка В.І.	МТЕ	65
Вдовиченко Е.И.	РДЗ	130
Вельгош С.Р.	ОФ	106
Визер Х.	Біо	28
Витушкин Л.В.	ОФ	107
Возианова А.В.	ОФ	90
Вознюк Е.В.	ОФ	91
Воляр А.В.	ОФ	108

Г

Галстян С.Г.	ТЕЕ	123
Гандель Ю.В.	ТЕЕ	116
Гарсия В.П.	ТЕЕ	125
Гасан А.И.	Біо	30
Гирич А.А.	ОФ	92
Глот А.Б.	РТТ	82
Гнатенко А.С.	ОФ	97
Гнатенко О.	ОФ	96
Голиус А.М.	Біо	35
Головащенко Р.В.	ТЕЕ	126
Гомилко И.В.	РТТ	85
Гомілко І.В.	РТТ	73
Горобченко О.А.	Біо	47
Горошко Е.В.	ТЕЕ	126
Горяшко В.А.	МТЕ	57
Грицьків Р.І.	РТТ	74
Грищенко С.В.	ОФ	93
Гурьев И.В.	ОФ	94, 97

Д

Дегтярев А.В.	РТТ	85
Дегтярёв А.В.	РТТ	84
Демария Ф.	ОФ	99
Демин А.А.	ОФ	93, 100
Дербов В.Л.	ОФ	109
Деревянко А.В.	МТЕ	58
Джала В.Р.	ТЕЕ	120
Добровольская Е.В.	Біо	50
Дробахін О.О.	ТЕЕ	121
Духопельников Е.В.	Біо	31

Е

Евстигнеев М.П.	Біо	38
Ермак Е.Л.	Біо	39
Ермак Г.П.		23
Ерьомін О. В.	МТЕ	69
Еськов А.Н.	ТЕЕ	117
Ефимов Б.П.	МТЕ	70

Ж

Животова Е.Н.	Біо	42
Журавель А.П.		25

З

Заверуха П.Н.	ОФ	107
Зайцев Р.В.	РТТ	75, 78
Замураев О.А.	РТТ	76
Заруднев Е.С.	Біо	41
Захаренко О.К.	Біо	51
Захаренкова И.Е.	РДЗ	131
Зинченко А.В.	Біо	42
Зинченко А.В.	Біо	43
Зинченко В.Д.	Біо	43

И

Иванченко А.В.	МТЕ	59
Ильенко К.В.	МТЕ	57

К

Кадыгроб Д.В.	РТТ	77
Казаков И.С.	ТЕЕ	117
Капко Л.І.	ТЕЕ	120
Карбовник І.Д.	ОФ	106
Кириченко А.Я.	РТТ	79
Кириченко М.В.	РТТ	75, 78
Клюй Н.И.	ОФ	98
Коваленко В.А.	МТЕ	61
Коваль В.А.	МТЕ	60
Копач В.Р.	РТТ	75, 78
Корчемкина Е.Н.	ОФ	95
Костюков В.В.	Біо	38
Котляров К.И.	ОФ	108
Кочетов Б.А.	ТЕЕ	114
Кривенко Е.В.	РТТ	79
Кривопустенко В.В.	ТЕЕ	124
Круглова Е.Б.	Біо	37, 39
Крыжановский В.Г.	МТЕ	61, 64, 68
Кузьмин А.В.	МТЕ	62
Кулешов А.Н.	МТЕ	70
Кухтін С.М.	ОФ	96
Кушнір М.Я.	МТЕ	63

Л

Легенький М.Н.	ТЕЕ	115
Липкина В.И.	ОФ	97
Лойко И.А.	ТЕЕ	122
Луценко В.И.	РТТ	79, 132, 141, 142

Луценко И.В.	РДЗ	132, 141, 142
Лысак В.В.	ОФ	93
Лысенко В.Н.	РДЗ	137
Лысюк В.О.	ОФ	98
Ляшков А.Ю.	РТТ	73, 85

М

Магат Т.	ТЕЕ	116
Макаров В.О.	РТТ	81
Макаров Д.Г.	МТЕ	64
Малахова М.О.	МТЕ	60
Марченко В.В.	МТЕ	61
Махненко И.П.	Біо	49
Мачехин Ю.П.	ОФ	91, 107
Минакова Е.А.	Біо	37
Мирошниченко Е.В.	Біо	34, 35
Мойсєєнко В.А.	МТЕ	65

Н

Нерух А.Г.	ОФ	90, 112, 113
Носич А.А.	ТЕЕ	116

О

Оголь В.О.	РТТ	80
Омельченко С.О.	РТТ	80

П

Перевертайло Р.А.	ТЕЕ	123
Петров С.И.	ОФ	103
Питерцев А.А.	РДЗ	133
Плахтий Е.Г.	РТТ	81
Плотников Е.В.	РДЗ	134
Плохотниченко А.М.	Біо	41
Плут А.В.	ТЕЕ	112
Поликовский О.С.	РДЗ	135
Полянский П.В.	ОФ	105
Попросименко О.В.	МТЕ	66
Посухов А.С.	МТЕ	62, 67
Прилипская А.С.	МТЕ	68
Принцовский В.А.	МТЕ	68
Притула В.И.	ТЕЕ	125

Р

Радионов С.А.	РДЗ	136
Ринальди Ф.	ОФ	99
Рожицкий Н.Н.		19
Rhodes W.T.		20
Русин В.Б.	МТЕ	63
Рыбась А.Ф.	ОФ	108

С

Сафонов И.М.	ОФ	99
Сахненко Н.К.	ТЕЕ	112, 113
Селин К.А.	РТТ	87
Семененко В.Е.	МТЕ	62, 67
Сергеева Н.В.	Біо	48
Сердюк И.В.	РДЗ	138
Силки М.Ю.	МТЕ	58
Синицын В.Г.		24
Скуратовская Е.В.	РТТ	82
Скуратовский И.А.	РТТ	82
Сорокин В.А.	Біо	36
Старчевский Ю.Л.	ОФ	91
Сташук В.С.	ОФ	98, 102
Стервиедов А.Н.	МТЕ	58
Стервиедов Н.Г.	Біо	49, 60, 67
Стриж Ю.Н.	РТТ	87
Сурков В.А.	Біо	46
Сухоиванов И.А.	ОФ	94, 100

Т

Тарапов С.И.		18
Тепер Н.И.	ОФ	109
Ткаченко В.М.	ОФ	100
Ткаченко Г.В.	ОФ	100
Ткаченко М.Ю.	Біо	33
Толкаченко Г.А.	РДЗ	139
Томка Ю. Я.	Біо	44
Тонкошкур А.С.	РТТ	84, 85
Трофименко И.В.	ТЕЕ	113
Трусова В.М.	Біо	51, 53
Тюрин В.С.	ОФ	101

У

Усенко Е.Л.	Біо	36
-------------	-----	----

Ф

Федоренко А.В.	Біо	32
Фесенко В.И.		22
Филиппский А.В.	Біо	29
Флори В.	Біо	40

Х

Хакімов Р.І.	ОФ	102
Хардигов В.В.	ОФ	104
Хвищун І.О.	МТЕ	56
Хмеленко О.В.	РТТ	87
Ходзицкий М.К.	РТТ	86, 88
Холбен Б.Н.	РДЗ	139
Хоменко С.И.	РДЗ	142
Хомутова Н.М.	Біо	38
Хорунжий М.О.	МТЕ	70
Хребтова А.С.	Біо	31
Хруслов М.М.	ТЕЕ	119

Ч

Чекрыгина Ю.И.	РТТ	88
Чернобровкин Р.Е.	ТЕЕ	118
Черняк Ю.В.	РДЗ	137

Ш

Шаврін І.С.	ОФ	110
Шейкина Н.В.	Біо	45, 52
Шестопалова А.В.	Біо	34, 35
Широков И.Б.	РДЗ	138
Шишкін О.О.	МТЕ	69
Шулика А.В.	ОФ	103

Щ

Щербатко И.В.		21
Щербинин В.В.	ТЕЕ	122

Ю

Юдинцев А.В.	Біо	50, 53
--------------	-----	--------

Я

Яблочков С.М.	ОФ	110
Яковлева Д.В.	РДЗ	139
Якушев С.О.	ОФ	103
Яновская С.Г.	Біо	49
Ярко Е.О.	ОФ	104