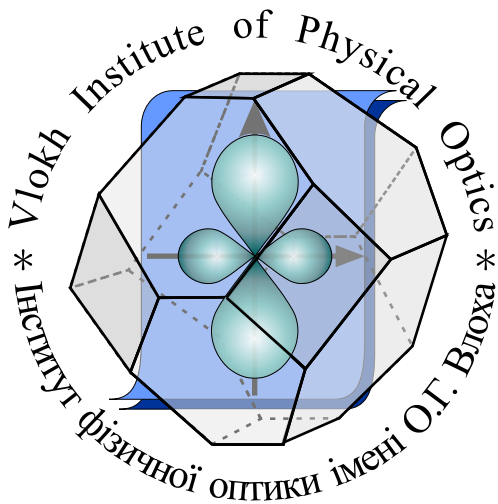


Workshop on Parametrical Optics
dedicated to 80-th anniversary of
Professor O.G.VLOKH

Науковий семінар з параметричної оптики
присвячений 80-ти річчю з дня народження
професора О.Г.Влоха



ABSTRACTS
ТЕЗИ

Organised by
Vlokh Institute of Physical Optics
of the Ministry of Education and Science of Ukraine

Організований
Інститутом фізичної оптики імені О.Г.Влоха
Міністерства освіти і науки України

July 04, 2014, Lviv
4 липня 2014, Львів

**Workshop on Parametrical Optics
dedicated to 80-th anniversary of
Professor O.G.VLOKH.**

**Науковий семінар
з параметричної оптики, присвячений 80-ти річчю з дня
народження професора О.Г.Влоха**

**ABSTRACTS
ТЕЗИ**

**July 04, 2014, Lviv
4 липня 2014, Львів**

**Organised by
VLOKH Institute of Physical Optics
of the Ministry of Education and Science of Ukraine**

**Організовано
Інститутом фізичної оптики імені О.Г.Влоха
Міністерства освіти і науки України**

Organising and Scientific Programme Committee:

- **Vlokh R.O. - chairman**
- **Skab I.P.**
- **Kostyrko M.E.**
- **Dudok T.H.**

Організаційний і програмний комітет

- **Влох Р.О. - Голова**
- **Скаб І.П.**
- **Костирко М.Є.**
- **Дудок Т.Г.**

Address:

Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov St., 79005 Lviv, Ukraine
E-mail: ujpo@ifo.lviv.ua

Місце проведення:

Інститут фізичної оптики імені О.Г.Влоха
79005, м.Львів, вул. Драгоманова, 23
E-mail: ujpo@ifo.lviv.ua

Усні доповіді

Головуючий: Влох Р.О.

Час	Автори	Назва доповіді
9.00–9.15	<u>Назарчук З.Т.</u>	Вступне слово
9.15–9.45	<u>Стріха М.В.</u>	Сторіччя науки про напівпровідники: Український внесок
9.45–10.00	<u>Луців-Шумський Л.П.</u>	Спогади про перші творчі кроки Ореста Влоха
10.00–10.15	<u>Романюк М.О.</u>	Професор О.Г.Влох – спеціаліст, організатор, політик
10.15–10.30	<u>Стасюк І.В.</u>	Індуковані полями оптичні ефекти: феноменологія і мікроскопічні аспекти (ідеї та дискусії, 1970-80 рр.)
10.30–10.45	<u>Готра З.Ю.</u>	З минулого в майбуття
10.45–11.00	<u>Влох Р.О.</u>	Інститут фізичної оптики імені О.Г.Влоха. Історія створення і діяльності
11.00–11.30	Перерва на каву/чай	

Головуючий: Скаб І.П.

11.30–12.00	<u>Грабар О., Стойка І., Височанський Ю.</u>	Фоторефрактивні матеріали на основі легованих кристалів $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ та перспективи їх застосування
12.00–12.30	<u>Trokhimchuck P.P.</u>	Relaxed optics: necessity of creation and problems of development
12.30–13.00	<u>Падляк Б.В.</u>	Спектроскопічні властивості нелегованих і легованих боратних стекел і їхнє можливе використання
13.00–14.00	Обідня перерва	

Головуючий: Мицик Б.Г.

14.00–14.30	<u>Крупич О., Саварин В., Влох Р.</u>	Метод вимірювання фотопружних характеристик оптичних матеріалів на основі чотирьохточкового згину
14.30–15.00	<u>Мись О., Костирко М., Смик М., Крупич О., Влох Р.</u>	Анізотропія коефіцієнта акустооптичної якості в кристалах TeO_2 . Випадок ізотропної дифракції
15.00–15.30	<u>Демянишин Н.М., Мицик Б.Г.</u>	Анізотропія фотопружності низько симетричних кристалів
15.30–16.00	Перерва на каву/чай	

Головуючий: Падляк Б.В.

16.00–16.30	<u>Коструба А., Стецишин Ю., Влох Р.</u>	Про можливість оптимізація еліпсометричних вимірювань прозорих плівок на прозорій скляній підкладці
16.30–17.00	<u>Васильків Ю., Скаб І., Влох Р.</u>	Режим кросовера при генерації оптичних вихорів за електрооптичної нелінійності: Проблема генерації оптичних вихорів з дробовим зарядом в кристалах
17.00–17.30	Yaroslav Shopa, <u>Nazar Ftomyn, Ivanna Sokoliuk</u>	Crystal structure and optical activity of $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ crystals
17.30–18.00	<u>Франів В. А., Кушнір О. С.</u>	Вивчення структурних перетворень у нелінійно-оптичних кристалах Tl_4HgI_6 , Tl_4CdI_6 і Tl_4PbI_6 за методом диференціальної скануючої калориметрії
18.00	Закриття семінару	

Стендові доповіді* (16.00–18.00) Головуючий: Мартинюк-Лотоцька І.Ю.

#	Автори	Місце праці	Назва доповіді
1	O.Kvasnyuk ¹ , Yu.Vasyukiv ¹ , Ya.Shora ² , M.Kostyrko ¹ and R.Vlokh ¹	¹ Vlokh Institute of Physical Optics, 23 Dragomanov St., 79005 Lviv, Ukraine ² , Ivan Franko National University of Lviv	Torsion induced gradient piezogyration
2	Y.Vasyukiv, M.Smyk, I.Skab and R.Vlokh	Vlokh Institute of Physical Optics, 23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine	Torque-operated gradient-index axicon
3	O. Myś, M. Kostyrko, M. Smyk, O. Krupych and R. Vlokh	Vlokh Institute of Physical Optics, 23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine	Anisotropy of acoustooptic figure of merit in optically isotropic media
4	Д.Адаменко, Р.Влох	Інститут фізичної оптики імені О.Г.Влоха МОН України, м.Львів, вул.Драгоманова, 23	Ефект Фарадея в кристалах NaBi(MoO ₄) ₂ за наявності лінійного двошарового розломлення
5	Yu. Vasyukiv, I. Skab, M. Smyk, and R. Vlokh	Vlokh Institute of Physical Optics, 23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine	Topological defects of optical indicatrix orientation in stressed glasses: spatial distribution of optical anisotropy parameters
6	V.Savaryn, O. Krupych and R. Vlokh	Vlokh Institute of Physical Optics, 23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine	Determination of piezooptic coefficient using a crystalline disk compressed along its diameter
7	B.Zapreka, M.Kostyrko, I.Martyniuk-Lototska and R.Vlokh	Vlokh Institute of Physical Optics, 23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine	Critical behavior of Sn ₂ P ₂ S ₆ and Sn ₂ P ₂ (Se _{0.28} So _{0.72}) ₆ crystals under high hydrostatic pressure
8	В.Т.Адамів, Я.В.Бурак, Р.В.Гамерник, Р.М.Дутка, І.М.Теслюк	Інститут фізичної оптики імені О.Г.Влоха МОН України, м.Львів, вул.Драгоманова, 23	Оптичні властивості відшарованого боратного скла CaV ₄ O ₇ -Gd ₂ O ₃ -Ag ₂ O
9	Б.Г.Мишик, Н.М.Дем'янишин, Я.П. Кость	Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України, вул. Наукова, 5; м. Львів, Україна	Визначення пізеоптичних коефіцієнтів Л ₆₁ та Л ₆₆ в тетрагональних кристалах
10	I. I. Kindrat ¹ , B. V. Padlyak ^{1,2} , A. Drzewiecki ¹ , V. O. Protsiuk ¹ , V. T. Adamiv ² , Ya. V. Burak ² , I. M. Teslyuk ²	¹ University of Zielona Góra, Institute of Physics, Division of Spectroscopy of Functional Materials, 4a Szafrana Str., 65-516 Zielona Góra, Poland ² Vlokh Institute of Physical Optics, 23 Dragomanov Str., 79-005 Lviv, Ukraine	Optical spectroscopy of the Sm-doped borate glasses
11	С.Ю. Настішин ^{1,2} , С.І. Мудрий ² , Ю. А. Настішин ¹ , Р. О. Влох ¹	¹ Інститут фізичної оптики імені О. Г. Влоха, вул. Драгоманова 23, м. Львів, 79005 ² Львівський національний університет імені Івана Франка, фізичний факультет, вул. Кирила і Мефодія 8, м. Львів, 79005	Диференційна матриця Джонса для холестеричного рідкого кристалу
12	Aleksandr Bekshaev, Kadhim Ameen Mohammed	I.I. Mechnikov Odessa National University, Dvorianska 2, 65082 Odessa, Ukraine	Phase singularities and the transverse energy redistribution upon edge diffraction of a paraxial beam with optical vortex

13	Leonid A. Bulavin ¹ , Vladimir Ya. Gotsulskiy ¹ , Andrei Yu. Porov ²	¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv ² Scientific-Research Institute of Physics of Odessa I.I. Mechnikov National University	Method of the anomalous light scattering investigation in gradient solutions with ESPI control of the concentration distribution
14	Цирика М.В., Грабар О.О., Стойка І.М.	Ужгородський національний університет, Ужгород	Використання фоторефрактивного кристала Sn ₂ P ₂ S ₆ у схемі динамічного інтерферометра
15	Olexiy Balitskii ¹ , Jacek Eliaszc ² , Sergiy Gryshchenko ³ , Nataliia Kvashnivska ¹ and Natalia Polishchuk ⁴	¹ Ivan Franko Lviv National University, Department of Electronics, 50, Dragomanova str., Lviv, 79005, Ukraine ² West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Department of Mechanical Engineering and Mechatronics, 19 Piastow av., Szczecin, 70-310, Poland ³ Karpenko Physico-Mechanical Institute, Department of Hydrogen Resistance of Materials, Naukova 5, Lviv, 79601, Ukraine ⁴ Lutsk National Technical University, Department of Materials Science, 63 Lvivska str., Lutsk, 43018, Ukraine	Optical Properties of Hydrogenated Silicon Electrodes
16	Yu. G. Klymovych ² , O. S. Kushnir ² , I. S. Girnyk ¹ , V. B. Kapustianyk ¹ , B. Kundys ³ and R. Y. Shopa ¹	¹ Physics Department, Ivan Franko Lviv National University 50 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine ² Electronics Department, Ivan Franko Lviv National University 107 Tarnavsky Street, 79017 Lviv, Ukraine ³ Institute de Physique et de Chemie des Matériaux de Strasbourg UMR 7504 CNRS-ULP, 23 rue du Loess, BP 43, F67034 Strasbourg Cedex 2, France	Consideration of dielectric background for ferroic lead germanate and multiferroic [N(C ₂ H ₅) ₄] ₂ CoClBr ₃
17	O.M.Bordun ¹ , I.O.Bordun ^{1,2} , B.V.Padlyak ² , I.Yo.Kukharsky ¹ , M.Ya.Kushnirevych ¹	¹ Ivan Franko National University of L'viv, Dragomanova Str. 50, 79005 Lviv, Ukraine, ² Vlokh Institute of Physical Optics, 23 Dragomanov Str. Lviv, Ukraine	Synthesis of oxide-based conductive luminescent thin films grown by ion-plasma sputtering
18	Yu.A.Egorov, M.M.Nesterova, A.F. Rubass and A.V.Volyar	Taurida National V.I.Vernadsky University, Crimea	Topological transformation of half order optical vortices in the combined beams
19	Т. Г. Дудок, Ю. А. Настишин	Інститут фізичної оптики імені О. Г. Влоха, вул. Драгоманова, 23, м. Львів, 79005	Лазерна генерація в холестеричній комірці з матовими внутрішніми поверхнями.

*Стендові презентації повинні бути представленими до 11.00

УСНІ ДОПОВІДІ

СТОРИЧЧЯ НАУКИ ПРО НАПІВПРОВІДНИКИ: ВИТОКИ І УКРАЇНСЬКИЙ ВНЕСОК

М.В.Стріха

*Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є.Лашкарьова НАН України
пр. Науки, 41, Київ, Україна; тел. (044) 525 6033,
E-mail: maksym_strikha@hotmail.com*

На початку ХХ століття сформувалася нова галузь знань – наука про напівпровідники. Поняття про напівпровідники як окремих клас матеріалів уперше чітко сформулював у 1914 році професор Фрайбурзького університету в Німеччині Йоганн Георг Кенігсбергер (1874-1946) на основі оригінальної гіпотези про «дисоціативний механізм» провідності, щоб пояснити експериментальні дані для ряду простих речовин і сполук, провідність яких, на відміну від металів, могла збільшуватися зі зростанням температури. Починаючи з другої половини ХХ століття розвиток напівпровідникової науки й технологій призвів до справжньої науково-технічної революції, яка радикально розширила можливості людини. Проте в Україні розвиток фізики напівпровідників почався значно раніше. Ще з 1929 року під керівництвом засновника Інституту фізики ВУАН Олександра Гольдмана (1884-1971) тривали роботи з дослідження нових аспектів фотогальванічного ефекту Беккереля. На жаль, 1938 року О.Гольдмана було заарештовано за звинуваченням в «українському націоналізмі» (попри єврейське походження вченого), і він зумів повернутися до наукової роботи лише через десятиліття ув'язнення і заслання.

Один з великих здобутків напівпровідникової науки 20 століття пов'язаний саме з Києвом. Майбутній академік АН УРСР Вадим Лашкарьов (1903-1974), повернувшись в Україну після відбуття заслання в Архангельську, в 1941 році, досліджуючи з допомогою термозонду запірні шари міднозакисних випрямлячів, відкрив р-п-перехід. Тоді ж учений з'ясував роль р-п-переходу у виникненні вентильного фото ефекту – появи напруги при освітленні контакту областей напівпровідника з двома типами провідності. Попри те, що на Заході відкривачем р-п-переходу традиційно вважають Рассела Ола (1898 - 1987), заявку на його патент було подано 1941 року вже після виходу в світ статті В.Лашкарьова [1], сам патент видано 1946 року, а перші присвячені р-п-переходу друковані роботи з'явилися в США лише 1947 року [2]. Після війни В.Лашкарьов реалізує велику програму дослідження напівпровідників. Робить він це паралельно в Інституті фізики і в Київському університеті імені Тараса Шевченка. Тут він створює і в 1952-57 роках очолює потужну кафедру фізики напівпровідників, яку пізніше упродовж понад 20 років очолював його учень Віталій Стріха (1931-1999), творець загальної теорії контакту метал-напівпровідник, один із піонерів розвитку української сенсорики. На базі відділу напівпровідників Інституту фізики у 1960 році було організовано новий Інститут напівпровідників АН УРСР, який учений очолював упродовж наступного десятиліття і який сьогодні носить ім'я Вадима Лашкарьова. Роботи академіка Лашкарьова знайшли широке практичне застосування в електроніці, автоматиці, телемеханіці, обчислювальній техніці. Розвиток напівпровідникової науки в Україні пов'язаний з іменами експериментаторів В.І.Ляшенка, П.Г.Борзяка, О.В.Снітка, М.П.Лисиці, Б.О.Нестеренка, М.К.Шейнкмана, Л.І.Даценка, Є.А.Салькова, Д.Г.Семака, Г.А.Шепельського, В.В.Ільченка, П.І.Баранського, С.В.Свечнікова, В.Ф.Мачуліна, В.Г.Литовченка, О.Є.Беляєва, М.Я.Валаха, В.С.Лисенка, П.Ф.Олексенка, С.М.Рябенка, Ф.Ф.Сизова, М.Л.Дмитрука, В.А.Сминтини, теоретиків С.І.Пекара, К.Б.Толпига, К.Д.Товстюка, М.Ф.Дейгена, І.М.Дикмана, Е.Й.Рашби, П.М.Томчука, В.О.Кочелапа, І.І.Бойка, З.С.Грїбнікова, Ф.Т.Васька та багатьох інших першорядних учених. Перехід до наносистем, поява на додачу до традиційної «зарядової електроніки» також спінтроніки, де переноситься не заряд, а проекція спіну, дали на межі нового тисячоліття потужний поштовх «традиційній» фізиці напівпровідників. Додатковим імпульсом стали потреби розвитку фотовольтаїки. В річищі ідей фізики напівпровідників лежить і чимало задач нової фізики графену, яка стрімко розвивається після отримання в 2004 році моношарового вуглецю і вже призвела до появи цілої низки інших аналогічних матеріалів (борат молібдену, сіліцен, германен тощо). Ініціативи Українського фізичного товариства наукова спільнота нашої держави та інших країн Європи відзначає у 2014 році столітній ювілей науки про напівпровідники.

1. В.Е.Лашкарев. Исследования запорного слоя методом термозонда // Известия АН СССР, сер. физ. – 1941. - №4-5. – С.442-446.
2. V.G.Lytovchenko, M.V.Strikha. 100 years of semiconductor science. The Ukrainian contribution // Europhysics News. – 2014. – v.45, n.1. – P.15-18.

ПРОФЕСОР ВЛОХ О.Г. – СПЕЦІАЛІСТ, ОРГАНІЗАТОР, ПОЛІТИК

М.О. Романюк

*Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра експериментальної фізики,
м. Львів, вул. Кирила і Мефодія, 8*

Професора Влоха Ореста Григоровича знаю зі студентських років, далі – з тривалої праці на одній кафедрі, сусідства лабораторій, контактів бурхливого кінця 80-х та початку 90-х років, ейфорії перших років Незалежності України, організації і початку роботи Інституту фізичної оптики. Був час, коли ми щодня разом снідали, згодом дуже рідко разом пили каву, а решту часу мали ділові стосунки, пов'язані переважно з близькістю тематик досліджень і неоголошеним загалом доброзичливим змаганням у поступі в цьому напрямі. Близько контактували переважно за межами Львова: на конференціях, семінарах, усяких перекваліфікаціях... На основі сказаного маю підстави сформулювати наступні тези для характеристики Ореста Григоровича.

Педагог. 1. Читав лекційні курси з ядерної фізики, теоретичної оптики та спецкурси. Педант, не формаліст.

Науковець. 1. Орест Григорович глибоко знав предмет своїх досліджень. 2. Він цікавився принциповими питаннями теми і нерідко знаходив формулювання, які проливали світло на, здавалось би, відомі речі. 3. У своїх експериментах використовував прецизійні методики, які згодом розвинулись у напрям високоточної поляриметрії. 4. Він – визнаний спеціаліст в області електрооптики, що включає частотну та просторову дисперсію світла у кристалах. 5. Серед нестандартних результатів його досліджень у цій царині слід назвати явище електрогірації у кристалах, зареєстроване у співавторстві з професором Жолудевим І.С. як відкриття. 6. Керівник багатьох науково-дослідних тем та дисертаційних робіт.

Організатор. 1. Він умів наводити контакти з людьми, був гнучким організатором, непересічним господарником, активно відстоював свою позицію, скрупульозно підбирав співробітників та аспірантів, яким згодом „передав” свою справу. 2. До організаційних здобутків Ореста Григоровича слід віднести: а) створення на кафедрі експериментальної фізики Львівського державного університету імені Івана Франка лабораторії електрооптики; б) виділення з кафедри експериментальної фізики лабораторії електрооптики та навчальної лабораторії ядерного практикуму і створення на цій основі при фізичному факультеті ЛДУ кафедри нелінійної оптики; в) організацію при цій кафедрі СКТБ „Модулятор”; г) відкриття на базі університету Інституту фізичної оптики, підпорядкованого Міністерству освіти і науки України. 3. Організація ряду наукових конференцій у рамках ЛДУ імені Івана Франка та Інституту фізичної оптики.

Політик. 1. Активний учасник політичних заходів у Львові у кінці 80-х – початку 90-х років 20 ст. та керівник організацій Руху та партій, що привели до проголошення Декларації про державний суверенітет України та її незалежності. 2. Депутат Верховної Ради України, яка проголосила Декларацію про державний суверенітет України. Чи все можна стисло описати, не пропустити суттєвого? Чи можна адекватно все оцінити? Я так не вмю, хоч і старався.

Особистість. 1. Орест Григорович Влох – непересічна, рішуча Особистість, наділена цілим спектром позитивних рис, особистість, яка зуміла у значній мірі реалізувати свій талант, яка активно захищала інтереси свого колективу і чимало зробила у справі виховання молодого покоління грамотних фізиків, науковців, громадян і патріотів України. 2. Орест Григорович був працьовитим, дуже вимогливим, у цьому плані, може, навіть нещадним до себе, добре орієнтувався у часто складній ситуації та вміло вибирав оптимальні рішення питань. 3. Про високу культуру його поведінки та спілкування можна говорити багато хорошого. Він постійно намагався бути і часто бував у центрі виробничих і громадських подій, дбав про родину, про відпочинок. У хвилини високого збудження писав вірші. У пам'яті Він залишається як талановитий спеціаліст, патріот України і не тільки кабінетний чорнороб на її ниві.

ФОТОРЕФРАКТИВНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ЛЕГОВАНИХ КРИСТАЛІВ $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

О. О. Грабар, І. М. Стойка, Ю. М. Височанський

НДІ фізики і хімії твердого тіла Ужгородського національного університету
пл. Народна, 3, Ужгород, 88000

Сегнетоелектричні кристали $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ активно досліджуються в якості ефективних фоторефрактивних матеріалів, що знаходять практичні застосування в системах оптичної обробки інформації, динамічної інтерферометрії, фазового спряження та корекції лазерних променів. Фоторефрактивний ефект в даних матеріалах обумовлений високими значеннями електрооптичних коефіцієнтів та фотопровідністю в червоній та ближній ІЧ ділянці спектру, і характеризується високими амплітудними характеристиками в поєднанні з швидкими (мілісекунди) характерними часами формування фоторефрактивних голограм [1]. Дифузійний механізм формування ґраток просторового заряду і як результат нелокальність фазових голограм в даних матеріалах забезпечує енергообмін між інтерферуючими пучками. Це дозволяє їх використання в динамічно-голографічних схемах, які ґрунтуються на ефекті стаціонарного енергообміну.

Фоторефрактивні параметри даних матеріалів можуть бути суттєво покращені шляхом легування. Найкращі результати щодо підвищення максимально досягнутих коефіцієнтів енергообміну отримані в зразках, легуваних Sb, Te та Bi [1]. Використання цих матеріалів дозволяє реалізувати низку оптичних схем. Серед них чотирихвильові схеми фазового спряження лазерного випромінювання для обернення хвильового фронту та схема фоторефрактивного осцилятора [2] та схеми взаємного спряження двох різних лазерів, схеми динамічного інтерферометра для реєстрації малих зміщень. Запропонована нова оптична схема безлінзового формування підсиленого зображення [3] та динамічного інтерферометра на його основі. Завдяки високим значенням коефіцієнта енергообміну, в даних кристалах спостерігаються такі явища як фотоіндуковане фоторефрактивне динамічне розсіяння світла (фаннінг), на основі якого можуть бути створені однопроменеві схеми, зокрема оптичного фазозсувного елемента та оптичної лінії затримки [4]. Даний матеріал також є перспективним для реалізації динамічного інтерферометра у схемах оптоакустичного зондування розсіюючих об'єктів лазерним випромінюванням у спектральній області "терапевтичного вікна прозорості", що відкриває можливості використання $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ для оптичної біомедичної діагностики [5].

1. Grabar A.A., Jazbinšek M., Shumelyuk A. N., Vysochanskii Y. M., Montemezzani G., Günter, P. "Photorefractive effects in $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ ". In: *Photorefractive Materials and Their Applications v.2* (pp. 327-362). Springer New York (2007).
2. Grabar A., Mathey P., Iegorov R. *Applied Physics B*, 105(4), 813-819 (2011).
4. Grabar A., Mathey P., Iegorov R., Gadret G. *Optics Commun.*, 284(22), 5361-5363 (2011).
5. Grabar A., Mathey P., Gadret G. *JOSA B*, 31(5), 980-986 (2014).
6. Farahi S., Montemezzani G., Grabar A., Huignard J.-P., Ramaz F. *Optics Letters*, 35(11), 1798-1800 (2010).

RELAXED OPTICS: NECESSITY OF CREATION AND PROBLEMS OF DEVELOPMENT

P.P.Trokhimchuck

*Department of Theoretical and Mathematical Physics
of Lesya Ukrayinka East European University, Voly av. 13, Lutsk, Ukraine, 43025
E-mail: trope@univer.lutsk.ua; trope@yandex.ru*

Relaxed Optics (RO) is the chapter of modern physics of irreversible interaction light and matter [1,2]. Necessity of creation RO is caused of technological applications of laser radiation (laser annealing, laser implantation and other [1,2]). Phenomenological energy-time classification of processes and phenomena is basis of RO. According to this classification we have three types of processes and phenomena: kinetic (mainly quantum first-order processes); dynamic (mainly wave second-order processes) and mixing kinetic-dynamic or dynamic-kinetic processes. Roughly speaking RO is the synthesis Quantum Electronics, Nonlinear Optics, Physical Chemistry, Radiation Physics of Solid State, Physics of Irreversible Phenomena in one system.

RO allowed to explain the role and influence of spectral, time and energy characteristics of laser irradiation on generation of irreversible changes in irradiated matter [1,2]. This approach was used for the analysis all processes of interaction laser radiation and solid (from luminescence two melting) [1,2] with help cascade physical-chemical model of excitation in the regime of saturation.

Interference and diffractive phenomena of RO may be observed with help plasmic models [2]. Circular and elliptic polarizations of irradiation allow generating homogeneous surface nanostructures. Here height is changed from 15-20 nm for nanosecond regime of irradiation to 400-450 nm for femtosecond regime [2].

For “bulk” case of irradiation the phenomena of self-focusing and self-trapping are basic for the creation of irreversible changes in the bulk of irradiated materials. Influence of polarization of irradiation on these processes isn't observed [2]. Generation of “bulk” laser-induced damages may be represented with help theory of streamer discharge and Prokhorov-Lugovoy theory of moving focuses [2].

Methods of RO may be used for the observation nonlinear optical processes in self-absorption range of spectrum [2]. In this case we have laser-induced phase transformations in irradiated matter. Optical methods don't allow measuring these phenomena (for example, second harmonic [3]).

For bond RO and Nonlinear Optics expansion in series of Pointing vector from electric and fields. In this case we have tensor product of electric and magnetic tensors series. This product was used for the classification of proper phenomena. Real part is corresponded to linear and nonlinear optical phenomena, complex part – relaxed optical phenomena [2]. It is allow searching new classes materials with magnetic and electrical properties for observation proper phenomena [2].

One of the basic directions of development of RO is the agreement of relaxed optical and nonlinear optical phenomena, and mutually transitions between one.

1. Trokhimchuck P.P. Foundations of Relaxed Optics. – Lutsk: Vezha, 2011. – 627 p.
2. Trokhimchuck P.P. Nonlinear and Relaxed Optical Processes. Problems of Interactions. – Lutsk: Vezha-Print, 2013. – 280 p.
3. Shen Y.R. Principles of Nonlinear Optics. – Moscow: Nauka, 1989. – 559 p. (In Russian)

SPECTROSCOPIC PROPERTIES OF THE UN-DOPED AND DOPED BORATE GLASSES AND THEIR POSSIBLE APPLICATIONS

B. V. Padlyak^{1,2}¹ *Vlokh Institute of Physical Optics, Sector of Spectroscopy,
23 Dragomanov Str., 79005 Lviv, Ukraine*² *University of Zielona Góra, Institute of Physics, Division of Spectroscopy of Functional Materials,
4a Szafrana Str., 65-516 Zielona Góra, Poland*

A series of un-doped borate glasses with $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, LiKB_4O_7 , CaB_4O_7 , and LiCaBO_3 compositions of high optical quality and chemical purity were obtained from corresponding polycrystalline compounds using standard glass technology. The optically thermopoled second harmonic generation (SHG) effect in the $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, LiKB_4O_7 , CaB_4O_7 , and LiCaBO_3 glasses were investigated and analysed.

A series of Cr-doped borate glasses with $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Cr}$, $\text{LiKB}_4\text{O}_7:\text{Cr}$, $\text{CaB}_4\text{O}_7:\text{Cr}$, and $\text{LiCaBO}_3:\text{Cr}$ chemical compositions containing 0.4, 0.5 and 1.0 mol. % Cr_2O_3 were obtained from corresponding polycrystalline compounds using standard glass synthesis. The X-band EPR spectroscopy shows that the Cr impurity is incorporated in the borate glass network as isolated Cr^{3+} ($3d^3$, $^4\text{A}_{2g}$) centres and Cr^{3+} pair centres coupled by magnetic dipolar and exchange interactions. The EPR spectral parameters of both, Cr^{3+} and $\text{Cr}^{3+} - \text{Cr}^{3+}$ centres, in the Cr-doped borate glasses were measured and analysed. All transitions in optical absorption, luminescence excitation and emission spectra of the Cr-doped borate glasses were identified. The octahedral (cubic) crystal field strength ($10Dq$) and Racah parameters (B and C) for Cr^{3+} centres in the investigated glasses were calculated. Narrow and broad emission bands in red – near infrared spectral region were assigned to the $^2\text{E}_g(\text{F}) \rightarrow ^4\text{A}_{2g}(\text{F})$ (R_1 line) and $^4\text{T}_{2g}(\text{F}) \rightarrow ^4\text{A}_{2g}(\text{F})$ (electron-vibration) transitions, which correspond to Cr^{3+} centres in high-field and low-field sites, respectively. Lifetimes of the high-field and low-field Cr^{3+} centres were estimated. The excited state characteristics by means of the excited state absorption (ESA), optical gain and bleaching spectra have been measured for glasses with $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ and LiKB_4O_7 compositions activated by Cr^{3+} ions. The $\text{LiKB}_4\text{O}_7:\text{Cr}$ glass reveals broadband optical gain peaking around 1050 nm, thus making this material a potential candidate for construction of tuneable solid-state laser or broadband amplifier operating in the near infrared spectral region.

A series of Nd-doped borate glasses with $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Nd}$, $\text{CaB}_4\text{O}_7:\text{Nd}$, and $\text{LiCaBO}_3:\text{Nd}$ compositions containing 0.5 and 1.0 mol. % Nd_2O_3 were obtained from corresponding polycrystalline compounds using standard glass synthesis. By optical and EPR spectroscopy it was shown that the Nd impurity is incorporated in glasses with $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Nd}$, $\text{LiCaBO}_3:\text{Nd}$, and $\text{CaB}_4\text{O}_7:\text{Nd}$ compositions as Nd^{3+} ($4f^3$, $^4\text{I}_{9/2}$) ions. All observed transitions of the Nd^{3+} centres in optical absorption and luminescence spectra were identified. The oscillator strengths (f_{theor}) and phenomenological intensity parameters Ω_t ($t = 2, 4, 6$) for glasses containing 1.0 mol. % Nd_2O_3 are calculated using standard Judd-Ofelt theory. The radiative transitions rates (W_r), branching ratios (β), and radiative lifetimes (τ_{rad}) for Nd^{3+} centres in the investigated glasses have been calculated and analysed in comparison with corresponding parameters for Nd^{3+} centres in other borate glasses with different compositions. Measured lifetimes for Nd^{3+} centres in the $^4\text{F}_{3/2}$ emitting level were compared with those calculated and quantum efficiencies (η) of the investigated glasses were estimated. Perspectives of application of the $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Nd}$, $\text{LiCaBO}_3:\text{Nd}$, and $\text{CaB}_4\text{O}_7:\text{Nd}$ glasses for Nd^{3+} - lasers ($^4\text{F}_{3/2} \rightarrow ^4\text{I}_{11/2}$ emitting channel), particularly for LED-pumped lasers, are considered.

МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ФОТОПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЧОТИРЬОХТОЧКОВОГО ЗГИНУ

О. Крупич, В. Саварин, Р. Влох

*Інститут фізичної оптики імені О.Г. Влоха,
вул. Драгоманова 23, Львів 79005, Україна*

Явище фотопружності полягає у зміні показників заломлення прозорих оптичних матеріалів під дією механічних напружень або деформацій. У роботі наводяться базові співвідношення та величини, які використовуються для опису цього явища в кристалооптиці та в експериментальній механіці, – фотопружні сталі, п'єзооптичні та пружнооптичні коефіцієнти.

Аналізуються причини виникнення значних експериментальних похибок вимірювання фотопружних характеристик при застосуванні класичної схеми прикладення одновісного стиску до паралелепіпедоподібного зразка. Показано, що при такій конфігурації навантаження у зразку замість теоретично передбачуваного однорідного напруженого стану виникає тримірний розподіл компонент тензора механічних напружень. Цей розподіл залежить від умов експерименту, які важко контролювати і відтворювати, що і призводить до значних відмінностей п'єзооптичних та пружнооптичних коефіцієнтів одного і того самого матеріалу, отриманих різними авторами, і навіть тими самими авторами в різний час.

В роботі пропонується новітній підхід до підвищення точності вимірювання фотопружних характеристик оптичних матеріалів, який полягає у поєднанні цифрової лазерної інтерферометрії зображення та чотирьохточкового згину як методу створення «чистого згину». Описуються особливості експериментальної процедури та комп'ютерної обробки результатів. Апробація методики здійснена на ізотропному матеріалі (оптичне скло К8) та на одновісному класичному нелінійно-оптичному кристалі ніобату літію (LiNbO_3). Результати вимірювань підтверджують високу точність і надійність методу, апаратури та програмного забезпечення, розробленого авторами.

**ANISOTROPY OF ACOUSTOOPTIC FIGURE OF MERIT FOR TeO₂ CRYSTALS.
CASE OF ISOTROPIC DIFFRACTION**

O. Mys, M. Kostyrko, M. Smyk, O. Krupych and R. Vlokh

*Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine*

We present an analytical method for analyzing the anisotropy of acoustooptic figure of merit for optically uniaxial crystals and illustrate it on the example of crystalline paratellurite. The present report deals with analysis of the isotropic acoustooptic interaction. It is shown that the method developed in the present work is applicable for calculating the anisotropy of AOFM in isotropic and anisotropic materials, in particular – in optically uniaxial crystals. The results of our calculations agree well with the experimental data known from the literature. The extreme values of acoustooptic figure of merit for TeO₂ crystals and respective geometries of acoustooptic interaction are revealed.

АНИЗОТРОПІЯ ФОТОПРУЖНОСТІ НИЗЬКОСИМЕТРИЧНИХ КРИСТАЛІВ

Дем'янишин Н.М., Мицик Б.Г.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України,
вул. Наукова, 5; м. Львів, Україна

Донедавна анізотропію фотопружності (п'єзо- і пружнооптичний ефекти) описували на основі вказівних поверхонь (ВП). Такі поверхні будували на основі виразу, наприклад, для п'єзооптичного ефекту

$$\pi'_{ijkl} = \alpha_{im}\alpha_{jn}\alpha_{ko}\alpha_{lp}\pi_{mnop} \quad (1)$$

де α_{im} , α_{jn} , α_{ko} , α_{lp} – напрямні косинуси кутів між осями нової і старої системи координат, π'_{ijkl} – значення конкретної компоненти тензора п'єзооптичних констант (ПОК) у новій системі координат, π_{mnop} – компоненти тензора ПОК у старій (кристалооптичній) системі координат.

Вираз (1) – це закон перетворення компонент тензора 4-го рангу за переходу до іншої системи координат. Цей вираз, якщо напрямні косинуси α_{im} , α_{jn} , α_{ko} , α_{lp} записати у сферичній системі координат, називають геометричним образом тензора четвертого рангу. В доповіді доведено цей постулат. А саме, показано, що різниця радіус-векторів збуреної тензором механічних напружень оптичної індикатриси та незбуреної – це і є вираз (1). Записано загальне рівняння просторових поверхонь фотопружності і показано, що ВП – це часткові випадки загального розгляду. Побудовані поверхні та проаналізована анізотропія п'єзо- та пружнооптичного ефектів найбільш низькосиметричних кристалів (ромбічні і тетрагональні, що відносяться до класів симетрії 4 , $\bar{4}$, $4/m$), для яких на сьогодні існують заповнені матриці фотопружних коефіцієнтів. Розглянуто також особливості побудови фотопружних поверхонь у випадку дії зсувних напружень та деформацій.

Крім того, в доповіді розглянуто ряд важливих для заповнення матриць фотопружних коефіцієнтів питань: 1) особливості методики визначення поворотних та поворотно-зсувних ПОК (інтерферометрія, поляризаційна оптика, коноскопія), 2) врахування деформації в інтерферометричних та поляризаційно-оптичних дослідженнях ПОЕ, 3) ємнісний метод визначення деформації зразків, 4) поєднання переваг інтерферометричного та поляризаційно-оптичного методів для суттєвого підвищення точності визначення п'єзо- та пружнооптичних коефіцієнтів, 5) переваги імерсійно-інтерферометричного та комбінованого Маха-Цендера– і Фізо–методів дослідження ПОЕ, 6) доведення залежності поляризаційно-оптичних рівнянь, що містять однакові ПОК, 7) аналіз кореляції знаків п'єзо- та пружнооптичних коефіцієнтів та різних комбінацій таких коефіцієнтів, 8) доведення достовірності значень ПОК, 9) релаксації фотопружності – важливий аспект інженерної проробки модуляційних та акустооптичних комірок, 10) вплив неоднозначності вибору правої системи координат на анізотропію поверхонь фотопружності, 11) задачі щодо заповнення матриці п'єзо- та пружнооптичних коефіцієнтів моноклінних кристалів (клас симетрії $3m$ має 3 неголовних ПОК, клас $4/m - 5$, моноклінні кристали – 11, триклінні – 27 таких ПОК).

ПРО МОЖЛИВІСТЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛІПСОМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЗОРИХ ПЛІВОК НА СКЛЯНИХ ПІДКЛАДКАХ

Коструба А., Стецишин Ю., Влох Р.

*Інститут фізичної оптики імені О.Г.Влоха,
вул. Драгоманова 23, Львів 79005, Україна*

Система прозора плівка – прозора підкладка представляє великий інтерес у зв'язку з інтенсивними дослідженнями процесів адсорбції полімерів, білків та амінокислот, процесів модифікації поверхні методами пошарового прищеплення, ковалентної іммобілізації [1] та ін. В ідеальному випадку область пониженого контрасту (близьких значень показника заломлення плівки і підкладки) повинна бути мало- або зовсім непридатною для використання еліпсометричної методики. Однак на практиці спостерігаються суттєві зміни еліпсометричних параметрів системи «прозора плівка на прозорій підкладці» навіть за умови керованого прищеплення мономолекулярних шарів полімерів та низькомолекулярних сполук [2]. Зміни оптичного відгуку поверхні можуть бути пояснені лише наявністю на ній неоднорідного поверхневого шару, природа якого визначається передісторією досліджуваного зразка. Область максимальної чутливості еліпсометричних параметрів знаходиться в дуже вузькому околі головного кута падіння, що суттєво обмежує діапазон вимірювань, в якому може бути отримана інформація, необхідна для розв'язку оберненої задачі. Завдання ускладнюється також високими значеннями коефіцієнта кореляції між показником заломлення і товщиною прозорої плівки для досліджуваних систем такого типу. Остання обставина накладає суттєві обмеження на використання прямих оптимізаційних методів розв'язку оберненої задачі. У нашій роботі запропоновано методику отримання необхідної експериментальної інформації у строго обмеженому кутовому діапазоні еліпсометричних вимірювань, здійснених у монохроматичному режимі, а також метод розв'язку оберненої задачі, який забезпечує високу достовірність отриманого результату для товщини і показника заломлення прозорої плівки за умов посиленого кореляційного зв'язку між ними.

1. Yu. Stetsyshyn at all, Journal of Colloid and Interface Science 411 (2013) 247–256.
2. A. Kostruba at all, Applied Surface Science, 276, (2013) 340–346.

**CROSSOVER REGIME OF OPTICAL VORTICES GENERATION VIA ELECTROOPTIC
NONLINEARITY: THE PROBLEM OF OPTICAL VORTICES WITH THE FRACTIONAL
CHARGE GENERATED BY CRYSTALS**

Yurij Vasylkiv, Ihor Skab, and Rostyslav Vlokh

*Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine*

In this work we analyze the behavior of topological defects of optical indicatrix orientation induced by a conically shaped electric field in crystals in a crossover regime that appears at intermediate fields separating the regimes of prevailing Pockels and Kerr electro-optic nonlinearities. We have found that increase in the electric voltage applied to a crystal induces neither topological defects with the strengths being not multiples of $\frac{1}{2}$, nor the optical vortices with fractional charges. Instead, there appear some additional topological defects of the optical indicatrix orientation, of which behavior we have studied in detail.

CRYSTAL STRUCTURE AND OPTICAL ACTIVITY OF $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ CRYSTALS

Yaroslav Shopa, Nazar Ftomyn, Ivanna Sokoliuk

*Ivan Franko National University of Lviv,
8 Kyrylo and Mefodiy Street, 79005 Lviv, Ukraine
shopa@franko.lviv.ua*

Langasite crystals (LGS) are perspective materials for use in quantum electronics, high temperature sensors, etc. These systems are disordered i.e., there are different site occupations of Ga and Si atoms in the $2d$ Wyckoff positions. Furthermore, these compounds are interesting in optical applications (they are optically uniaxial, non-centrosymmetric, positive and optically active).

The aim of our work is to consider the dependence between the site occupancy of $2d$ Wyckoff positions of atoms and optical activity for langasite crystals applying the computation method [1] and measuring optical rotation (OR) in the optical axis direction. The OR was measured using high-accuracy computerized polarimeter with PSA (polarizer-specimen-analyzer) polarization system (the semiconductor laser with 635 nm wavelength of was used as a source of light). The spatial distribution of OR were measured using the high optical quality specimen of the LGS crystals (size: 17×3 mm, the thickness is 0.945 mm). It is necessary to note that ellipticity of the light transmitted through plate with respect to azimuth of the linearly polarized light was measured to estimate residual birefringence of the sample (the extended Malus' law was applying for determination the value of ellipticity). The extended equations of the polarization parameters of light [2, 3] were used to calculate the value of linear birefringence of the sample.

The electronic polarizabilities α of the ions La^{3+} , Ga^{3+} , Si^{4+} , and O^{2-} used in calculations were expressed in [4]. In the same, time the polarizability of the both Ga and Si atoms occupying $2d$ position could probably be determined via equation: $\alpha_{\text{GaSi}} = \text{S.O.F.}(\text{Ga}) \alpha_{\text{Ga}} + \text{S.O.F.}(\text{Si}) \alpha_{\text{Si}}$ (were S.O.F. – sight occupation factor, $\alpha_{\text{Ga,Si}}$ – electronic polarizabilities of Ga and Si, respectively). The S.O.F. for Ga atom in $2d$ Wyckoff position was varied from 0.4 to 0.6 (the S.O.F. for Si atom may be calculated according to formulae: $\text{S.O.F.}(\text{Si}) = 1 - \text{S.O.F.}(\text{Ga})$) using as initial point an information about structure of LGS crystals (S.O.F. for both Ga and Si atoms is 0.5 [5]).

Therefore, the comparison of the calculated values of gyrotropic parameters with the data of experiment could probably be a method of refinement of the site occupancy of mixed positions in the transparent disordered optically active crystals.

1. Devarajan V., Glazer A. Acta. Cryst. A 42. – 1986. – P. 560-569.
2. Vlokh O.G. Spatial dispersion phenomena in parametric crystal optics, Lviv: Vyscha Shkola (1984).
2. Konstantinova A. F., Evdishchenko A.E., Imangazieva K.B. Crystallogr. Rep. 51(6). – 2006. – P. 998-1008.
4. Shopa Ya. Ftomyn N. Proceedings of the International Conference OMEE-2012, 3-7 September 2012. – Lviv, Ukraine 2012. – P. 137-138.
5. Maksimov A., Molchanov V., et al. Crystallogr. Rep, 50(5). – 2005. – P. 751-758.

ВИВЧЕННЯ СТРУКТУРНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ У НЕЛІНІЙНООПТИЧНИХ КРИСТАЛАХ Tl_4HgI_6 , Tl_4CdI_6 І Tl_4PbI_6 ЗА МЕТОДОМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ СКАНУЮЧОЇ КАЛОРИМЕТРІЇ

В. А. Франів, О. С. Кушнір

*Львівський національний університет імені Івана Франка, факультет електроніки,
вул. Тарнавського, 107, 79017 м. Львів, Україна,
e-mail: FranivVA@gmail.com*

Монокристали Tl_4HgI_6 , Tl_4CdI_6 і Tl_4PbI_6 є представниками великої групи широкозонних напівпровідників із загальною формулою A_4BX_6 . Вони володіють широкою смугою прозорості і значною оптичною анізотропією, що перспективно для оптоелектроніки та нелінійної оптики [1], і привертають увагу можливістю структурних фазових перетворень [2]. За даними окремих досліджень, відповідна структурна перебудова може включати зникнення центра симетрії, що розширило би можливість керування зовнішніми полями їхніми оптичними властивостями.

У цій роботі термічні властивості кристалів Tl_4HgI_6 , Tl_4CdI_6 і Tl_4PbI_6 було вивчено за допомогою методу диференціальної скануючої калориметрії (ДСК). Усім кристалам характерна аномальна поведінка кривих ДСК. Вузькі екзотермічні та ендотермічні ділянки, які однозначно сигналізують про структурні перетворення, притаманні найперше кристалом Tl_4HgI_6 і Tl_4PbI_6 (див. рисунок). Встановлено, що Tl_4HgI_6 володіє двома структурними перетвореннями, точка одного з яких незначно нижча за температуру плавлення кристала. Експериментальні дані дали змогу розрахувати зміни ентропії в області фазових переходів. Аналіз змін ентропії засвідчив, що фазові перетворення мають риси переходів першого роду.

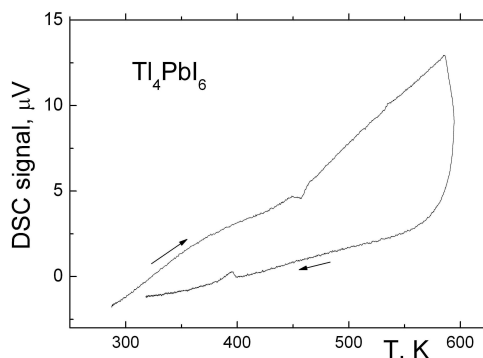


Рисунок. Температурні залежності сигналу ДСК для кристалів Tl_4PbI_6 у режимах нагрівання та охолодження.

Дані цього дослідження загалом добре корелюють з попередніми результатами вивчення лінійного термічного розширення [2], які також свідчать про структурну перебудову кристалів у схожих температурних діапазонах. Обговорено можливі механізми згаданої перебудови та відповідні наслідки в оптичних характеристиках. Мікроскопічна природа структурних змін потребує подальшого дослідження різноманітними методами.

1. В. А. Франів, О. В. Бовгира, О. С. Кушнір та ін. Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна, сер. фіз. **19**, 65 (2014).
2. M. Piasecki, G. Lakshminarayana, A. O. Fedorchuk et al. J. Mater. Sci.: Mater. Electron. **24**, 1187 (2013).

СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ

TORSION INDUCED GRADIENT PIEZOGYRATION

Kvasnyuk O.¹, Vasylykiv Yu.¹, Shopa Ya.², Kostyrko M.¹ and Vlokh R.¹

¹*Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov St., 79005 Lviv, Ukraine*
²*Ivan Franko National University of Lviv,
8 Kyryl and Mefodiy St. 79005 Lviv, Ukraine*

We have analyzed a gradient piezogyration effect induced by torsion stresses in optical materials belonging to different point groups of symmetry. It has been shown that the effect manifests itself as a rotation of light polarization plane only in the tetragonal and cubic crystals and textures described by the point symmetry groups $\infty/\infty/mmm$, ∞mm , ∞/m , $4/m$, $4/mmm$, $m3$ and $m3m$, provided that light propagates along the optic axis in the tetragonal crystals, along one of the crystallographic axes in the cubic crystals, or along the infinity fold axis in the textures and the crystals which are twisted around these axes. We have derived a fifth-rank axial tensor with the internal symmetry $\varepsilon[V^2]^2V$ that describes the gradient piezogyration effect for all the point symmetry groups, including continuous-symmetry groups. It has been found that twelve different structures of such a tensor can be distinguished. The gradient piezogyration effect is analyzed for the cases of torsion and bending of crystals and crystalline textures. It has been proved experimentally that there exists an effect of optical activity induced in crystals by spatially inhomogeneous stresses (namely, the torsion stresses). It has been shown that the optical rotation appears under the torsion stresses even in initially centrosymmetric crystals. The coefficient describing the torsion-gyration effect in the $\text{NaBi}(\text{MoO}_4)_2$ crystals is equal to $\beta_{33321} = (2.75 \pm 0.48) \times 10^{-16} \text{ m}^3/\text{N}$ [1]. It has been demonstrated that, for the case of torsion in crystals, the induced optical rotation does not depend on the coordinates X and Y , which are perpendicular to the torsion axis (i.e. Z coordinate). The phenomenon observed by us experimentally has been explained in terms of a strain-gradient continuum theory of the linear elasticity. We have revealed that torsion stresses produce an optical activity effect even in initially isotropic glass media. The optical activity caused by spatially inhomogeneous mechanical stresses has been experimentally studied for a standard glass BK7 subjected to torques.

1. Yuriy Vasylykiv, Oleksiy Kvasnyuk, Yaroslav Shopa, and Rostyslav Vlokh, *Journ.Opt.Soc.Am. A*, 30, 891-897 (2013).

TORQUE-OPERATED GRADIENT-INDEX AXICON

Vasylykiv Y., Smyk M., Skab I. and Vlokh R.

*Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine,
vlokh@ifp.lviv.ua*

In the present work we suggest a gradient-index axicon based on torsion of crystals. In particular, we derive the working analytical relations describing the focal length of the axicon and its dependence on different geometrical parameters as well as the torsion moment. It is shown that the focal length of the axicon can be operated by the torque in a wide enough range. Functionality of the axicon fabricated from LiNbO₃ crystals is demonstrated using calculations of the focal length as a function of the torque magnitude. Large focal lengths easily achievable with our technique, which can exceed a hundred of meters, can be used in such branches as telecommunications or transmitting optical beams in through interstellar medium.

In fact, generation of the first-order Bessel beam bearing a singly charged optical vortex has been demonstrated in our work [1] for a twisted LiNbO₃ crystal placed in between the crossed circular polarizers. Experimental verifications of the generation of zero-order Bessel beam using our axicon can be associated with some potential difficulties, namely a need in formation of specifically polarized incident beams. Nonetheless, such a hollow beam can be created, e.g., while using a conical refraction effect in optically biaxial crystals or a liquid crystalline matrix with an embedded topological defect of the strength 1/2. Experimental studies of the torsion-operated gradient-index axicon will be a topic of our forthcoming paper.

1. Skab I, Vasylykiv Yu, Savaryn V, and Vlokh R, 2011. J. Opt. Soc. Am. A. **28**: 633–640.

ANISOTROPY OF ACOUSTOOPTIC FIGURE OF MERIT IN OPTICALLY ISOTROPIC MEDIA

O. Mys, M. Kostyrko, M. Smyk, O. Krupych and R. Vlokh

*Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine*

We suggest a new approach for analyzing spatial anisotropy of acoustooptic figure of merit. The relations for the effective elasto-optic coefficients and the acoustooptic figure of merit are derived for all possible types of acoustooptic interactions in optically isotropic media, including non-solid-state and solid-state amorphous media, and crystals belonging to the cubic system. Our approach allows for finding the optimal geometries of acoustooptic interactions characterized by the highest acoustooptic figure of merit for a given material. The analysis is carried out on the examples of cubic KBr and $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ crystals which represent different subgroups of the cubic symmetry class.

**ЕФЕКТ ФАРАДЕЯ В КРИСТАЛАХ $\text{NaBi}(\text{MoO}_4)_2$ ЗА НАЯВНОСТІ ЛІНІЙНОГО
ДВОЗАЛОМЛЕННЯ**

Д.І.Адаменко, Р.О. Влох

*Інститут фізичної оптики імені О.Г.Влоха,
вул.Драгоманова, 23, 79005, м.Львів*

В даній роботі розроблена методика вимірювання ефекту Фарадея при поширенні світла в оптично анізотропних напрямках за наявності лінійного двозаломлення. Експериментально отримані залежності кута повороту азимуту еліпса поляризації світла та еліптичності світла від напруженості магнітного поля в кристалах $\text{NaBi}(\text{MoO}_4)_2$ в геометрії експерименту $\vec{k} \parallel \vec{H} \parallel Y$, за якими були розраховані залежності абсолютного значення еліптичності власних хвиль та різниці фаз від напруженості магнітного поля. На їхній основі були розраховані залежності лінійного та циркулярного двозаломлення від напруженості магнітного поля і визначені коефіцієнти ефекту Фарадея та Коттона-Мутона.

TOPOLOGICAL DEFECTS OF OPTICAL INDICATRIX ORIENTATION IN STRESSED GLASSES: SPATIAL DISTRIBUTION OF OPTICAL ANISOTROPY PARAMETERS

Yuriy Vasylykiy, Ihor Skab, Mykola Smyk, and Rostyslav Vlokh

*Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine*

We have revealed topological defects of the angle of optical indicatrix orientation in a glass $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ sample, which originate from the specific spatial distribution of optical birefringence caused by residual mechanical stresses. It has been found that the strength of topological defects of the optical indicatrix rotation angle is equal to $\pm 1/2$. Following from the experimental results, we have shown that the regions around the topological defects of optical indicatrix orientation are those of a 3D stressed state. We have formulated criteria for determining whether 2D or 3D distributions of the optical anisotropy parameters appear, basing on the topological defects of optical indicatrix orientation. It has been shown that, in some particular cases, the regions with the topological defects can testify the availability of a 2D stressed state. Besides, we have demonstrated experimentally that the topological defects can appear for more than one projection in the case of 3D distributions of the optical indicatrix parameters, which appear under bending of glass plates by a distributed load.

DETERMINATION OF PIEZOOPTIC COEFFICIENT USING A CRYSTALLINE DISK
COMPRESSED ALONG ITS DIAMETER

Savaryn V., Krupych O. and Vlokh R.

*Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine,
e-mail: ok@ifp.lviv.ua*

In the present work we have re-derived the main phenomenological relations that describe the changes occurring in the optical birefringence and the angle of optical indicatrix rotation of the crystalline disks loaded along their diameters. The relations are derived for all of the point symmetry groups. On this basis we have found that the piezooptic coefficients π_{kk} ($k = 4, 5, 6$) can be successfully determined for the crystals of almost all of the point groups. The corresponding technique is based on experimental studies of the optical anisotropy parameters induced along the chords of a crystalline disk compressed along its diameter. Only the crystals belonging to the triclinic system are problematic in this respect. We have confirmed reliability and high precision of the experimental technique [1] suggested earlier for determination of piezooptic coefficients. The technique is based on producing a predetermined 2D distribution of mechanical stresses in a transparent material disk compressed along its diameter. The technique has been verified on the example of the parameter $\pi_{66} = \pi_{11} - \pi_{12}$ measured for the lithium niobate crystals. We have shown that this piezooptic coefficient can be calculated with high enough accuracy. The sources of experimental errors appearing in the frame of this technique have been thoroughly analyzed and eliminated. The mean value $\langle \pi_{66} \rangle = \langle \pi_{11} - \pi_{12} \rangle$ derived in this study is equal to -0.508 ± 0.049 B and agrees well with the corresponding piezooptic coefficient values measured with the other methods. The absolute experimental error for the π_{66} coefficient is equal to 0.049 B, whereas the relative error does not exceed 10%.

1. Vasylykiv Yu, Savaryn V, Smaga I, Krupych O, Skab I and Vlokh R, 2011. Ukr. J. Phys. Opt. **12**: 180–190.

CRITICAL BEHAVIOR OF $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ AND $\text{Sn}_2\text{P}_2(\text{Se}_{0.28}\text{S}_{0.72})_6$ CRYSTALS UNDER HIGH HYDROSTATIC PRESSURE

Zapeka B., Kostyrko M., Martynyuk-Lototska I. and Vlokh R.

*Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov Str., 79005, Lviv, Ukraine*

On the basis of study of temperature dependencies of birefringence in $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ and $\text{Sn}_2\text{P}_2(\text{Se}_{0.28}\text{S}_{0.72})_6$ crystals under hydrostatic pressure we have unambiguously proved that for the $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ crystals the tricritical point on the p, T phase diagram of these crystals appears at the coordinates $p, T = (4.3, 259 \text{ K})$ and the order of phase transition is changed from the second to first one at the increasing of the pressure above 4.3 kbar. It has been found that for $\text{Sn}_2\text{P}_2(\text{Se}_{0.28}\text{S}_{0.72})_6$ crystals increasing of the hydrostatic pressure lead to the change of the behavior of these crystals from the tricritical to the first order one. Further increasing of pressure above ~ 2.5 kbar lead to the splitting of paraelectric-ferroelectric first order phase transition on two phase transitions, i.e. second order paraelectric-incommensurate and first order incommensurate-ferroelectric phase transitions.

ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВІДПАЛЕНОГО БОРАТНОГО СКЛА CaV_4O_7 - Gd_2O_3 - Ag_2O

¹В.Т. Адамів, ¹Я.В. Бурак, Р.В. ²Гамерник, ¹Р.М. Дутка, ¹І.М. Теслюк

¹Інститут фізичної оптики імені О.Г. Влоха МОН України,
м. Львів, 79005, вул. Драгоманова, 23, Україна

²Львівський національний університет імені Івана Франка,
м. Львів, 79005, вул. Драгоманова, 50, Україна

В попередніх дослідженнях оптичних властивостей відпаленого боратного скла $\text{Li}_2\text{V}_4\text{O}_7$ - Ag_2O були виявлені інтенсивні смуги поглинання і зростання нелінійного показника заломлення, спричинені сформованим на поверхні шаром металічних наночастинок срібла (МНЧ Ag). В даній роботі зроблена спроба перевірити можливість формування МНЧ Ag в боратних склах CaV_4O_7 - Ag_2O і CaV_4O_7 - Gd_2O_3 - Ag_2O , тобто скла, в яких одновалентні йони Li^+ замінені на двовалентні Ca^{2+} . Для цього спочатку синтезували сполуку CaV_4O_7 використовуючи CaCO_3 і H_3BO_3 , з наступним додаванням AgNO_3 та Gd_2O_3 . Скло готували методом стоплювання у Al_2O_3 тиглі в атмосфері повітря при температурі ~ 1350 К. Для формування МНЧ Ag зразки відпалювали за температури близької до температури скловання T_g скла CaV_4O_7 на протязі 2 год. в атмосфері повітря або у вакуумі ($<10^{-4}$ мм.рт.ст. з титановим геттером). Записані різницеві спектри поглинання (різниця поглинань зразка до відпалу і після відпалу) однозначно демонструють плазмонні смуги в характерній для МНЧ Ag області спектра (390 – 420 нм). За півшириною плазмонних смуг поглинання розраховані радіуси R МНЧ Ag, які не перевищують декілька нанометрів. Для досліджень нелінійнооптичних властивостей за кімнатної температури застосований традиційний однопроменевий Z-scan метод із використанням випромінювання другої гармоніки неперервного YAG:Nd ($\lambda=532$ нм). Розраховані з графіків Z - змін нормалізованого поглинання значення нелінійного показника заломлення n_2 показали, що плазмонний резонанс в МНЧ Ag суттєво збільшує його вклад в загальний показник заломлення $n = n_0 + n_2|E|^2$. Зроблено порівняльний аналіз результатів досліджень оптичних властивостей легованих AgNO_3 та Gd_2O_3 відпалених стекол на основі обох матриць - $\text{Li}_2\text{V}_4\text{O}_7$ і CaV_4O_7 .

ВИЗНАЧЕННЯ П'ЄЗООПТИЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ
 π_{61} ТА π_{66} В ТЕТРАГОНАЛЬНИХ КРИСТАЛАХ

Мицик Б.Г., Дем'янишин Н.М., Кость Я.П.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України,
 вул. Наукова, 5; м. Львів, Україна

В [1] для кристалів, що відносяться до класів симетрії 4 , $\bar{4}$, $4/m$, записано вираз для визначення поворотного п'єзооптичного коефіцієнта (ПОК) π_{61} інтерферометричним методом на зразку $Z/22,5^\circ$ -зрізу (рис. 1 а):

$$\pi_{11}(1 + \tan^4 \alpha) + 2(\pi_{12} + \pi_{66})\tan^2 \alpha + (\pi_{16} + 2\pi_{61})(\tan^3 \alpha - \tan \alpha) = -\frac{\lambda}{2n_1^3 \cos^4 \alpha} \left(\frac{1}{\sigma_{6^*6^*}^0} + \frac{1}{\sigma_{6^*6^*}^0} \right) + \quad (1)$$

$$+ 2[(2S_{11} - S_{66})\tan^2 \alpha + S_{12}(1 + \tan^4 \alpha) - 2S_{16}(\tan^3 \alpha - \tan \alpha)](n_1 - 1)/n_1^3,$$

де $\sigma_{6^*6^*}^0$ (та подібне) – керуючі механічні напруження. Вираз (1) надто складний, тому знайти величину ПОК π_{61} з належною точністю не вдалося:

$$\pi_{61} = 0,04 \pm 0,36 \text{ Бр}, \quad 1 \text{ Бр} = 10^{-12} \text{ м}^2/\text{Н}. \quad (2)$$

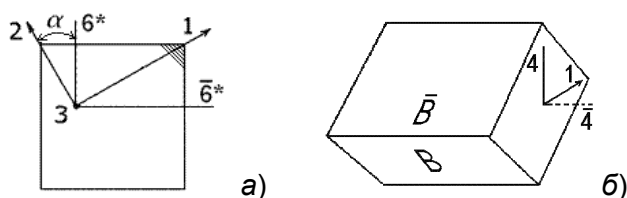


Рис. 1. Схеми зразків для визначення ПОК π_{61} інтерферометричним методом.

В доповіді розглянуто дві інші симетрично тотожні геометрії експерименту (на зразку B -зрізу, рис. 1 б): $m = \bar{4}$, $k \perp B(\bar{B})$, $i \parallel n_p$ (індекси m , k , i позначають напрямки дії одновісного тиску, поширення та поляризації світла), – для яких встановлено 2 вирази

$$\frac{\delta \Delta_k}{d_{B(\bar{B})} \sigma_m} = -\frac{n_1^3}{12} (2\pi_{11} + \pi_{12} + 3\pi_{13} \pm 2\sqrt{2}\pi_{61}) + \frac{1}{8} (n_1 - 1) (2S_{12} + S_{11} + 4S_{13} \mp \sqrt{2}S_{16} + S_{33} - S_{44}), \quad (3)$$

які відрізняються лише знаком при ПОК π_{61} і пружному коефіцієнті S_{16} (тут $\delta \Delta$ – зміна оптичного шляху, σ – механічне напруження, d – товщина зразка вздовж променя). Віднявши ці вирази, дістаємо просте співвідношення для визначення коефіцієнта π_{61} (для методу півхвильових напружень)

$$\pi_{61} = \frac{3\lambda}{4\sqrt{2}n_1^3} \left(\frac{1}{d_B \sigma_{i\bar{4}}} - \frac{1}{d_{\bar{B}} \sigma_{j\bar{4}}} \right) + \frac{3(n_1 - 1)}{4n_1^3} S_{16}. \quad (4)$$

Записані також співвідношення для визначення ПОК π_{61} та π_{66} коноскопічним методом на основі кута α_3 повороту оптичної індикатрисы під дією механічного напруження. Наприклад, вирази для π_{61} мають вигляд

$$\tan \alpha_3 = \frac{2\pi_{61}}{\pi_{11} - \pi_{12} - \sqrt{(\pi_{11} - \pi_{12})^2 + 4\pi_{61}^2}} \quad \text{або} \quad \pi_{61} = -(\pi_{11} - \pi_{12}) \frac{\tan \alpha_3}{\tan^2 \alpha_3 - 1}. \quad (5)$$

[1] B. Mytsyk, N. Demyanyshyn and Ya. Kost'. Analytical relations describing piezooptic effect in tetragonal crystals // Ukr. J. Phys. Opt., **14** (2013) 102-118.

OPTICAL SPECTROSCOPY OF THE Sm-DOPED BORATE GLASSES

I. I. Kindrat¹, B. V. Padlyak^{1,2}, A. Drzewiecki¹, V. O. Protsiuk¹,
V. T. Adamiv², Ya. V. Burak², I. M. Teslyuk²

¹*University of Zielona Góra, Institute of Physics, Division of Spectroscopy of Functional Materials,
4a Szafrana Str., 65-516 Zielona Góra, Poland*

²*Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov Str., 79-005 Lviv, Ukraine*

The optical properties (optical absorption, photoluminescence emission and excitation spectra as well as luminescence kinetics) of a series of the Sm-doped glasses with Li₂B₄O₇, LiKB₄O₇, CaB₄O₇ and LiCaBO₃ chemical compositions have been investigated and analysed. The Sm-doped borate glasses of high chemical purity and optical quality have been obtained from the corresponding polycrystalline compounds in the air atmosphere, using a standard glass synthesis and technological conditions, developed by authors. The Sm impurity was introduced into the borate polycrystalline compounds in the form of Sm₂O₃ oxide in the amounts of 0.5 and 1.0 mol. %.

On the basis of optical spectroscopy data it was shown that the Sm impurity is incorporated into the borate glass network as Sm³⁺ (4f⁶, ⁶H_{5/2}) ions, exclusively. All 4f – 4f transitions of the Sm³⁺ ions, observed in optical absorption and luminescence spectra of the investigated borate glasses have been identified. Typical optical absorption spectrum of the Sm-doped borate glasses consists of intense broad band (fundamental absorption edge of the glass host), several weak bands in the visible spectral range, and several intense bands in the infrared spectral range. The photoluminescence spectra of the Li₂B₄O₇:Sm, LiKB₄O₇:Sm, CaB₄O₇:Sm and LiCaBO₃:Sm glasses containing 0.5 and 1.0 mol.% Sm₂O₃ registered under excitation with λ_{exc} = 401 nm (⁶H_{5/2} → ⁶P_{3/2} absorption transition) at T = 300 K are closely similar and contain 3 characteristic emission bands peaked about 562, 598 and 645 nm, which correspond to the ⁴G_{5/2} → ⁶H_{5/2}, ⁶H_{7/2}, ⁶H_{9/2} transitions of the Sm³⁺ centres, respectively. Luminescence excitation spectra of the Sm-doped borate glasses consist of number weakly-resolved bands, which show good correlation with corresponding optical absorption bands. Weak resolution of some bands is related to inhomogeneous broadening caused by structural disordering of the glass host.

Luminescence kinetics for Sm³⁺ centres in the borate glasses are satisfactorily described by single exponential decay with lifetimes 2.65 and 2.57 ms (Li₂B₄O₇:Sm glass), 2.78 and 2.68 ms (LiKB₄O₇:Sm glass), 2.52 and 2.37 ms (CaB₄O₇:Sm glass), and 2.31 and 2.13 ms (LiCaBO₃:Sm glass) for samples, containing 0.5 and 1.0 mol. % Sm₂O₃, respectively. Various lifetimes for Sm³⁺ centres in different borate glasses are caused by some differences in local structure of the Sm³⁺ luminescence centres in the network of investigated borate glasses.

The peculiarities of electronic and local structure of the Sm³⁺ centres in the Li₂B₄O₇:Sm, LiKB₄O₇:Sm, CaB₄O₇:Sm, and LiCaBO₃:Sm glasses have been discussed in comparison with reference data for Sm-doped borate glasses and crystals with similar chemical compositions as well as with other borate glasses, doped with Sm.

ДИФЕРЕНЦІЙНА МАТРИЦЯ ДЖОНСА ДЛЯ ХОЛЕСТЕРИЧНОГО РІДКОГО КРИСТАЛУ

С. Ю. Настишин^{1,2}, С. І. Мудрий², Ю. А. Настишин¹, Р. О. Влох¹¹Інститут фізичної оптики імені О. Г. Влоха,
вул. Драгоманова 23, м. Львів, 79005²Львівський національний університет імені Івана Франка, фізичний факультет,
вул. Кирила і Мефодія 8, м. Львів, 79005

Холестеричний рідкий кристал (холестерик) - це хіральный нематик, у якого дипектор \vec{n} спонтанно закручений навколо осі закрутки $\vec{h} \perp \vec{n}$. Опис оптичних властивостей холестерика провів де Врі [1] методом диференціальних рівнянь Максвелла в рамках моделі, згідно з якою азимут діагонального тензора діелектричної проникливості лінійно змінюється вздовж координатної осі \vec{Z} , що є перпендикулярною до директора. Перша спроба вивести інтегральну матрицю Джонса J^{Ch} для холестерика була проведена самим Джонсом [2], ґрунтуючись на припущенні, що диференціальну матрицю холестерика N^{Ch} для довільної координати z можна записати як $N^{Ch} = R(qz)N^0R^{-1}(qz)$, де $q = 2\pi/P$ - хвильове число закрутки холестерика з кроком P , R - поворотна матриця, а N^0 - диференціальна матриця елементарної пластинки, на якій розбивається холестерична структура. Однак, аналізу оптичних властивостей, що впливають із отриманої ним форми $J^{Ch} = R(qz) \exp\{N^0 - qR(\pi/2)\}$, Джонс не провів. Така ж форма для J^{Ch} впливає із недавно отриманої диференціальної матриці Джонса загального вигляду для монотонно деформованого кристала при похилому поширенні світла [3] в частковому випадку деформації кручення та нормального падіння світла. Інша спроба отримати вигляд J^{Ch} була зроблена Чандрасекаром та Рао [4], використовуючи алгоритм $J^{Ch} = \prod_{i=1}^m J_i$, де J_i - інтегральна матриця елементарної пластинки. Ми перевірили, що форми J^{Ch} , отримані, використовуючи підходи [2-4], є еквівалентними, однак виявили, що в припущенні, згідно з яким елементарна пластинка є звичайним (негіротропним) одновісним кристалом, як це приймалося а роботі [4], матриця J^{Ch} виявляється адекватною лише для опису граничних випадків коротко- та довгочасового холестериків і непридатною для режиму селективного відбивання світла, коли крок закрутки P є співмірним із довжиною світлової хвилі λ . Виходячи із матричного запису диференціальних рівнянь Максвелла, ми отримали вигляд диференціальної матриці елементарної пластинки N^0 , а звідси диференціальну N^{Ch} та інтегральну J^{Ch} матриці холестерика з будь-яким кроком закрутки P , включаючи режим селективного відбивання.

- [1] Hl. De Vries. Rotatory power and other optical properties of certain liquid crystals. Acta Cryst. (1951). 4, P.219-226.
 [2] Chandrasekhar S, Rao K.N.S. Optical rotatory power of Liquid Crystals. Acta Cryst. A24. (1968). P.445-451.
 [3] Jones R. C. A new calculus for the Treatment of Optical systems. VII. Properties of the N-matrices. J. Opt. Soc. Am. 38. (1948). P. 671-685.
 [4] Nastishin Yu. A., and Nastyshyn S. Yu. Differential and integral extended Jones matrices for oblique light propagation through a deformed crystal. Phys. Rev. A, **87**, (2013) 033810-9

PHASE SINGULARITIES AND THE TRANSVERSE ENERGY REDISTRIBUTION UPON EDGE DIFFRACTION OF A PARAXIAL BEAM WITH OPTICAL VORTEX

Aleksandr Bekshaev, Kadhim Ameen Mohammed

*I.I. Mechnikov Odessa National University,
Dvorianska 2, 65082 Odessa, Ukraine*

Light beams with optical vortices (OV) are interesting and promising objects of modern optics that have found many useful applications, from optical manipulation to the information processing. Such beams are also intensively studied in relation with fundamental features of the energy transfer in light fields. The problem of their transformation and propagation is one of the most topical in modern physical optics; in particular, their behavior upon the edge diffraction is of strong interest.

In this work we analyze theoretically the first- and second-order Laguerre-Gaussian OV beam propagation after passing a screen which stops an arbitrary part of the beam cross section, including complete screening of the incident beam OV (see Fig. 1).

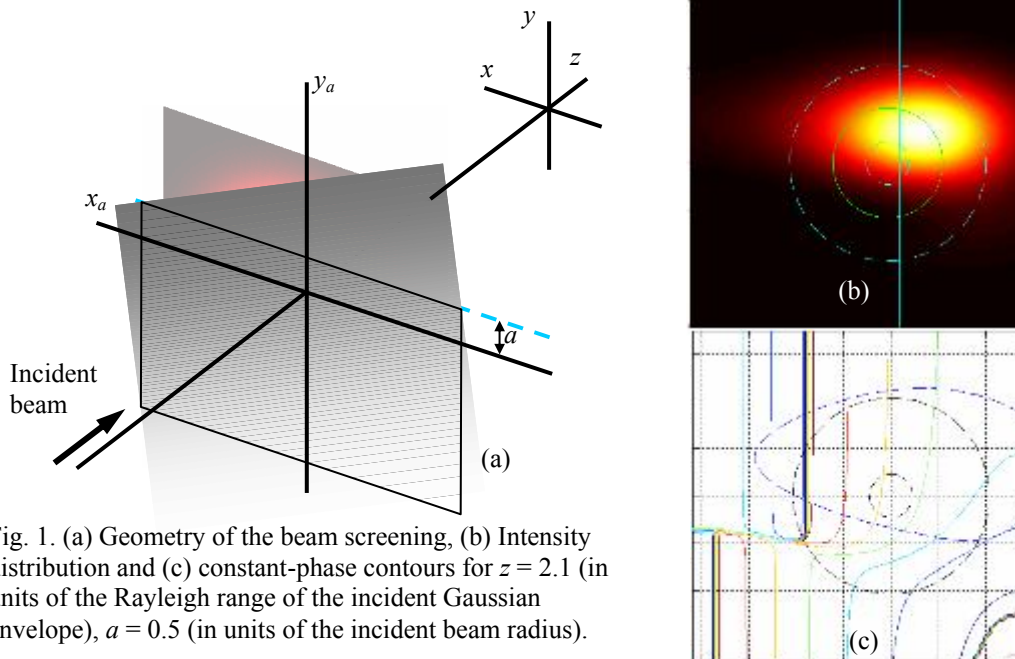


Fig. 1. (a) Geometry of the beam screening, (b) Intensity distribution and (c) constant-phase contours for $z = 2.1$ (in units of the Rayleigh range of the incident Gaussian envelope), $a = 0.5$ (in units of the incident beam radius).

The diffracted beam evolution is interpreted in terms of the “vortex” and “asymmetry” constituents of the beam orbital angular momentum. Simultaneously, the energy flow maps are calculated which show how the transverse energy circulation present in the incident beam manifests itself in the asymmetric light penetration into the shadow region. Special attention is paid to the phase singularities of the diffracted beam in their relation with the degree of the OV screening (the quantity a). Besides the central OV that emerges at some propagation distance, a set of secondary OVs appear at the beam periphery. Their migration over the beam cross section, processes of the OV emergence and annihilation are investigated in the context of possible metrological applications.

METHOD OF THE ANOMALOUS LIGHT SCATTERING INVESTIGATION IN GRADIENT SOLUTIONS WITH ESPI CONTROL OF THE CONCENTRATION DISTRIBUTION.

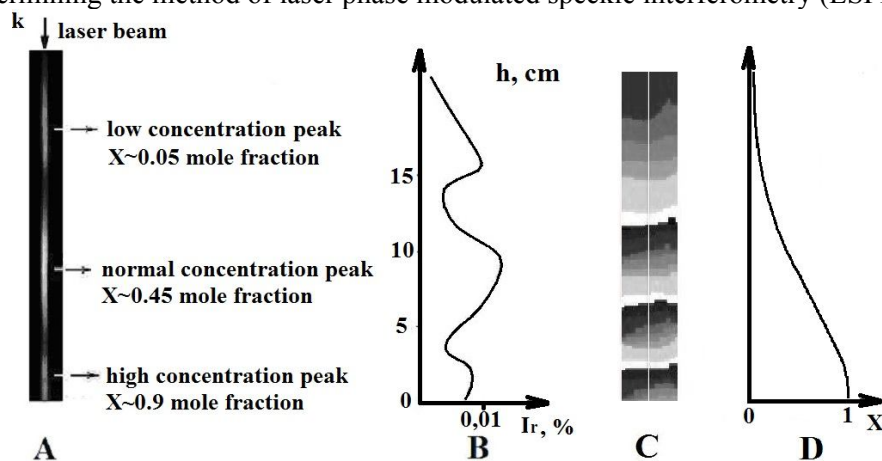
Leonid A. Bulavin¹, Vladimir Ya. Gotsulskiy¹, Andrei Yu. Popov²

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv

²Scientific-Research Institute of Physics of Odessa I.I. Mechnikov National University

The low concentration anomalous scattering of light in aqueous solutions of alcohols, including polyhydric alcohols is a very interesting phenomenon, which still has not been explained in terms of the thermodynamic approach. Many authors consider this phenomenon to be a model one, study of which can add a lot to developing the theory of structural phase transitions in liquids. However, the experimental study of this phenomenon is complicated by the fact that its value strongly depends on the concentration, temperature, history of solutions, and the fact that these solutions are very slow come to thermodynamic equilibrium, which can be violated even by shaking. This leads to essential data varying, and even to their irreproducibility.

In this connection, we have proposed and implemented a new method for the scattering light concentration dependence investigation - in gradient solutions, which are prepared by mutual diffusion of components in the gravitational field. As a non-contact distant method of solutions' concentration spatial distribution determining the method of laser phase modulated speckle interferometry (ESPI) was used.



A - photo of the scattered light in cuvette, where beneath - pure glycerol, above - clean water, and gradient concentration changes in the interval, B - graph of the relative scattered light intensity I_r , C – ESPI phasegram, D – calculated from it graph of the glycerol mole fraction X.

Advantages of proposed method.

1. Method is quite simple and easy to use in practice and allows to obtain at the same moment a complete scan of the scattering light intensity on the concentration.
2. Data, obtained with this method, are reproduced with good repeatability.
3. Method allowed us to observe not only well known normal and anomalous low-concentration light scattering maxima, but also theoretically predicted, but still not previously detected an anomalous high-concentration maximum.

ВИКОРИСТАННЯ ФОТОРЕФРАКТИВНОГО КРИСТАЛА $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ У СХЕМІ ДИНАМІЧНОГО ІНТЕРФЕРОМЕТРА

Цигика М.В., Грабар О.О., Стойка І.М.

Ужгородський національний університет, Ужгород
e-mail: mv.tsyhyka@gmail.com

Для реєстрації малих динамічних змін фази одного із взаємодіючих пучків доцільно використовувати інтерферометричні схеми, в яких замість звичайного подільвача світла встановлюється фоторефрактивний (ФР) кристал. Використання динамічного голографічного інтерферометра (ДГІ) для детектування фазової модуляції світлового променя дозволяє зробити вимірювальну систему адаптивною до складної структури хвильових фронтів, що відбиваються від об'єктів, в тому числі з недзеркальною поверхнею, а також до коливань з частотами, меншими за обернений час релаксації динамічного голографічного середовища (тобто ФР кристала) [1]. Однією з головних характеристик ДГІ є частота зрізу, яка визначає максимальну частоту вібрацій, до яких інтерферометр ще буде чутливим. Характер зміни усередненої інтенсивності сигнального променя та частоти зрізу в залежності від частоти коливань об'єкта при різних амплітудах фазової модуляції відображена на частотній характеристиці ДГІ.

В роботі розглянуто особливості застосування ФР кристала $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$, легованого Sb, в якості активного елемента ДГІ з використанням випромінювання гелій-неонового лазера ($\lambda = 633$ нм, $P = 15$ мВт), та досліджені основні параметри такої схеми, зокрема амплітудно-частотні характеристики, частоти зрізу при різних амплітудах акустичних коливань та потужностях лазерного випромінювання.

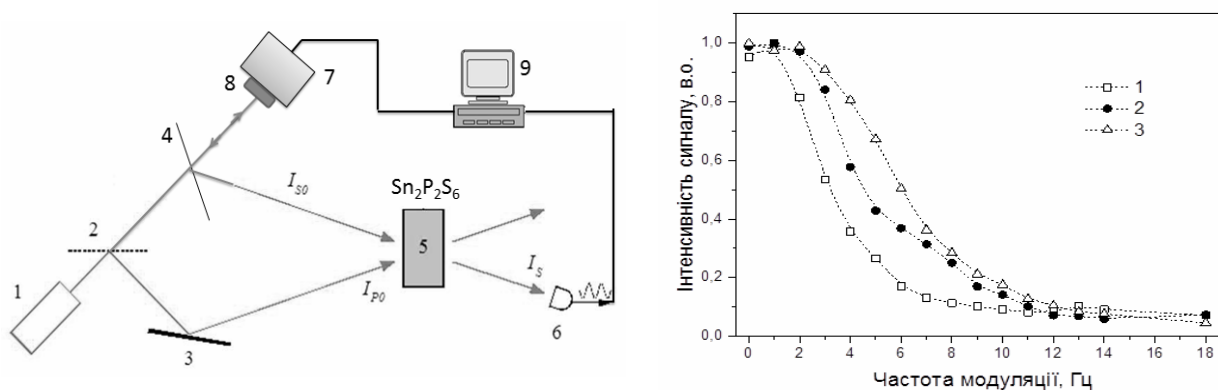


Рис. 1. Схема та частотна характеристика динамічного інтерферометра при різних значеннях амплітуд змінного сигналу, що подавався на об'єкт: 1 – 1 В, 2 – 0.5 В, 3 – 0.25 В.

Результати роботи свідчать, що даний кристал може використовуватися в схемах оптичної реєстрації низькочастотних мікроколивань в якості сенсорів, що базуються на вимірюваннях флуктуації фази лазерних променів [2].

[1] Ing R.K., Monchalin J.P. Broadband optical detection of ultrasound by two-wave mixing in a photorefractive crystal // Appl. Phys. Lett. – 1991. – Vol. 59, №25. – P. 3233–3235.

[2] Цигика М.В., Стойка І.М., Грабар О.О. Динамічний інтерферометр на основі фоторефрактивного ефекту в кристалі $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Фізика. No 35. – 2014. – С. 74–78.

OPTICAL PROPERTIES OF HYDROGENATED SILICON ELECTRODES

Olexiy Balitskii^{1,a}, Jacek Elias^{2,b}, Sergiy Gryshchenko^{3,c},
Nataliia Kvashnivska^{1,d} and Nataliia Polishchuk^{4,e}

¹*Ivan Franko Lviv National University, Department of Electronics,
50, Dragomanova str., Lviv, 79005, Ukraine*

²*West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Department of Mechanical Engineering and
Mechatronics, 19 Piastow av., Szczecin, 70-310, Poland*

³*Karpenko Physico-Mechanical Institute, Department of Hydrogen Resistance of Materials,
5 Naukova, Lviv, 79601, Ukraine*

⁴*Lutsk National Technical University, Department of Materials Science,
63 Lvivska str., Lutsk, 43018, Ukraine*

^a olexiybal@yahoo.com, ^b eliasz@pro.onet.pl, ^c gserga@ipm.lviv.ua ^d natalka522@gmail.com, ^e nampa@ukr.net

Amorphous silicon is the ideal material for use as the absorber caused by his photoluminescence in the visible spectrum range. The value of its Fermi surface can be modified by hydrogenation. Amorphous silicon doped with hydrogen is the basis of modern solar cells. Because of their inherent disorder, amorphous materials could have a large concentration of dangling bonds. The dangling bonds produce states inside the energy gap that can act as carrier traps (reducing the mobility) or as nonradiative recombination centers that decrease the carrier lifetime. These two effects are highly undesirable in most devices.

Hydrogen passivation of deep levels is the structure of Si at the grain boundaries. Hydrogen has penetrated the entire depth of the matrix crystal and be in conjunction Si-H. It's provides the stabilization of structure and increasing the optical properties. It has showed that Si-H bond has a higher binding energy than the Si-Si bond, so that the average binding energy of the hydrogenated material is larger than that of pure Si. However, hydrogen ties dangling bonds, the corresponding states are removed from the energy gap. The reduced density of states inside the gap renders doping more effective in controlling the position of the Fermi level. It has been experimentally established that illumination of Si electrodes, hydrogen saturated in acids and neutral environments improve the anode and cathode reactions.

CONSIDERATION OF DIELECTRIC BACKGROUND FOR FERROIC
 LEAD GERMANATE AND MULTIFERROIC $[N(C_2H_5)_4]_2CoClBr_3$

Yu. G. Klymovych², O. S. Kushnir², I. S. Girnyk¹,
 V. B. Kapustianyk¹, B. Kundys³ and R. Y. Shopa¹

¹ Physics Department, Ivan Franko Lviv National University,
 50 Dragomanov Street, 79005 Lviv, Ukraine

² Electronics Department, Ivan Franko Lviv National University,
 107 Tarnavsky Street, 79017 Lviv, Ukraine

³ Institute de Physique et de Chemie des Matériaux de Strasbourg,
 UMR 7504 CNRS-ULP, 23 rue du Loess, BP 43, F67034 Strasbourg Cedex 2, France

Temperature dependence of dielectric permittivity $\varepsilon(T)$ around the phase transition (PT) points in ferroics and multiferroics is extensively explored. It can be influenced by fluctuations, long-range dipolar correlations, inhomogeneity of a solid due to defects and its structural disorder, ‘diffuseness’ of the PT, and contributions of domain walls. The reasons of poor quantitative understanding of the $\varepsilon(T)$ dependence is often a dielectric ‘background’ ε_B , especially when the critical part $\varepsilon_{cr}(T)$ does not constitute a dominating contribution to the maximal value ε_{max} measured in the experiment.

The $\varepsilon(T)$ functions are studied and interpreted for ferroic lead germanate (PGO) with nonstoichiometry and multiferroic $[N(C_2H_5)_4]_2CoClBr_3$ (TEACCB). Their dielectric properties are explained using a generalized Curie–Weiss formula that combines corrections due to a nonlinear temperature-dependent dielectric ‘background’, a modified critical index of dielectric susceptibility due to structural defects, and a diffuse character of the PT (see Fig. 1 and Fig. 2). Our data confirm that a constant dielectric background approximation can prove to be insufficient. The $\varepsilon(T)$ dependence for PGO turns out to be more or less typical for the uniaxial ferroelectric PTs, whereas TEACCB reveals some features of the diffuse relaxor-type behaviour. We also consider application of the general theoretical approach suggested here to quantitative description of crystal optical characteristics of the ferroic and multiferroic crystals.

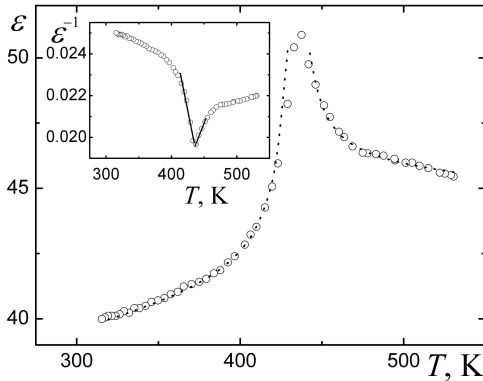


Fig. 1. Dependence $\varepsilon(T)$ for PGO crystals. Insert: $\varepsilon^{-1}(T)$ dependence. Straight lines correspond to the simplest Curie–Weiss law near T_C and dot curves to a more general fitting.

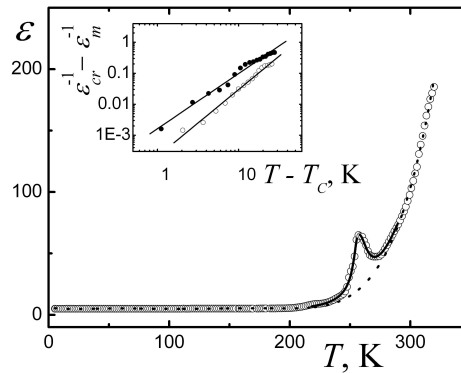


Fig. 2. Dependence $\varepsilon(T)$ for TEACCB crystals (not all data points are displayed). Dot curve corresponds to $\varepsilon_B(T)$ and solid curves to fitting. Insert: log-log dependences $1/\varepsilon_{cr} - 1/\varepsilon_{max}$ vs. $(T - T_C)$ for $T < T_C$ (●) and $T > T_C$ (○).

SYNTHESIS OF OXIDE-BASED CONDUCTIVE LUMINESCENT THIN FILMS GROWN BY ION-PLASMA SPUTTERING

O.M.Bordun¹, I.O.Bordun^{1,2}, B.V.Padlyak²,
I.Yo.Kukharsky¹, M.Ya. Kushnirevych¹

¹Ivan Franko National University of L'viv,
Dragomanova Str. 50, 79005 Lviv, Ukraine

²Vlokh Institute of Physical Optics,
23 Dragomanov Str., Lviv, Ukraine

Among the many problems connected with development of flat-panel displays there are two very important issues: the creation of thin-film phosphors with a full spectrum of luminescence and matching of the different luminescent layers with each other and with other layers for development of new principles of color variation. The oxide materials based on phosphors doped with rare earth and transition elements are very efficient for the field emission and plasma displays.

The luminescent thin films based on ZnGa₂O₄, Ga₂O₃, Zn₂SiO₄:Ti, Y₂SiO₅:Ce with blue emission, ZnGa₂O₄:Mn, ZnO:Zn – with green, and Y₂O₃:Eu, ZnGd₂O₃:Eu, ZnGa₂O₄:Cr – with red of emission have been synthesized with using a RF-magnetron sputtering technique with subsequent thermal annealing. After annealing at T>1000°C the films were polycrystalline with grains size about 70 nm and they were characterized with bright luminescence. Using modified RF-magnetron sputtering technique the nanocrystalline films with grain sizes about 20 nm have been obtained without any post-annealing. The cathodoluminescent efficiency of thin film phosphors is about 2–4 %. Films thickness was 0.3–1.0 μm.

Annealing in hydrogen reducing atmosphere leads to increasing of thin films conductivity for ZnGa₂O₄:Mn up to 10² times, for Zn₂SiO₄:Mn – 10²–10³ times, for Ga₂O₃ – 10⁵ times, and for ZnGd₂O₃:Eu – 10⁸ times. Increasing of conductivity is caused by shallow donor levels created by oxygen vacancies.

Y₂O₃:Eu films luminescence spectrum has narrow emission bands which were caused by intracenter transition between electron shells in border of activator ion. Maximum wavelength of emission (λ_{\max} = 613 nm) corresponds to red light of radiation in optical range. CL spectrums of the other films makes wide emission band with maximums at 445 nm for Zn₂SiO₄:Ti, 390 nm for Y₂SiO₅:Ce and 525 nm for Zn₂SiO₄:Mn. It corresponds to blue (Zn₂SiO₄:Ti, Y₂SiO₅:Ce) and green (Zn₂SiO₄:Mn) colors of emission. Achieved findings indicate fitness of this films for forming color displays, particularly for colored Flat Panel Displays (FPD).

CL intensity dependence of radiation dose was also investigated. Radiation dose was set by radiation time. Was determined that CL intensity dependence of radiation time has a good approximation as shown below [1]: $I = I_0 \exp(-\alpha C \sqrt{Et})$, where α is a constant of ultraviolet optical absorption, C is a constant, E is an intensity of bombarding electron flux. Such approximation with U=5 keV and excite current density $j=25 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ for Y₂O₃:Eu films indicates $\alpha C \sqrt{E} = 9.63 \cdot 10^{-3} \text{min}^{-1/2}$, for Zn₂SiO₄:Mn films – $5.4 \cdot 10^{-3} \text{min}^{-1/2}$, for Y₂SiO₅:Ce films - $0.027 \text{min}^{-1/2}$ and for Zn₂SiO₄:Ti - $0.036 \text{min}^{-1/2}$.

Was determined that most stable to electron radiation effects Y₂O₃:Eu films up to 150 min and Zn₂SiO₄:Mn films after 150 min of irradiation with electron beam current 50 μA.

1. W. Lehmann, J. Electrochem. Soc. 130, pp.426–429 (1983).

TOPOLOGICAL TRANSFORMATIONS OF HALF ORDER OPTICAL VORTICES IN THE COMBINED BEAMS

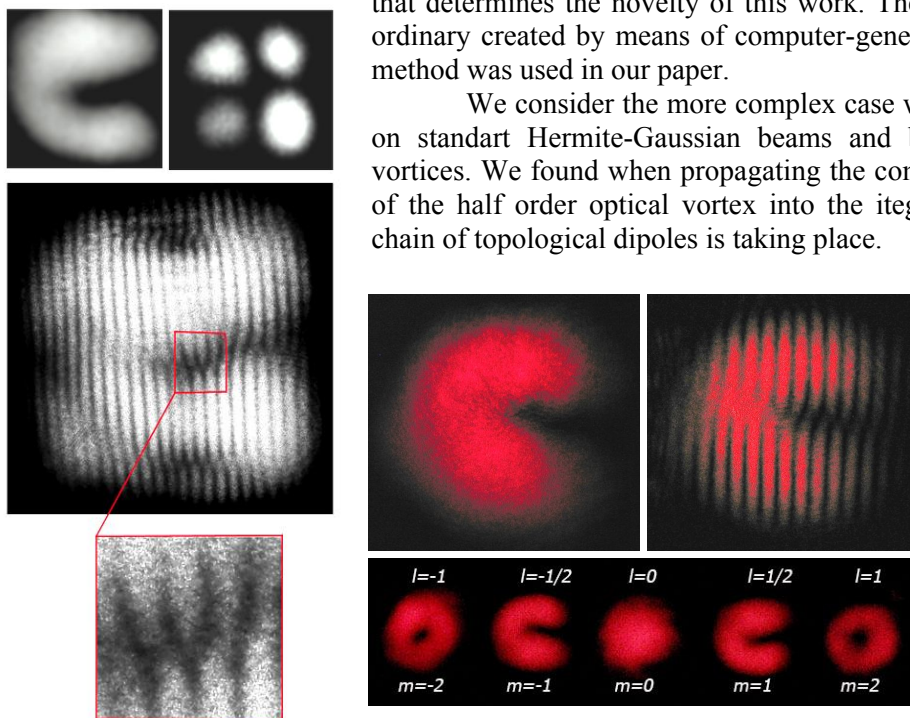
Yu.A Egorov, M.M.Nesterova, A.F. Rubass and A.V.Volyar

*Taurida National V.I.Vernadsky University, Crimea,
volyar@crimea.edu*

This paper is devoted to a new way at modern singular optics – beams which can transport fractional topological charge.

Generation of beams carrying fractional optical vortex along of the axis is currently a new subject that determines the novelty of this work. The half order optical vortices are ordinary created by means of computer-generated holograms [1-4]. It is this method was used in our paper.

We consider the more complex case with combined beams consisting on standart Hermite-Gaussian beams and beams with half order optical vortices. We found when propagating the combined beam the transformation of the half order optical vortex into the iteger single order vortex and the chain of topological dipoles is taking place.



1. M.V.Berry, 2004. Optical vortices evolving from helicoidal integer and fractional phase steps. J. Opt. A: Pure Appl. Opt. 6, 259-268.
2. M.V.Berry , R.G. Chambers, M.D. Large, C.Upstill and J.C.Walmsley, 1980. Wave front dislocations in the Aharonov-Bohm effect and its wather wave analogue. Eur.J.Phys 1, 154-162.
3. Volyar Alexander V. 2013. Do optical quarks exist in the free space? A scalar treatment. Ukr.J.Phys.Opt. 14, 31.
4. Basistiy, I. V., Bazhenov, V. Y., Soskin, M. S., and Vasnetsov, M. V., 1993. Optics of light beams with screw dislocations. Opt. Commun. 103, 422.

ЛАЗЕРНА ГЕНЕРАЦІЯ В ХОЛЕСТЕРИЧНІЙ КОМІРЦІ З МАТОВИМИ ВНУТРІШНІМИ ПОВЕРХНЯМИ.

Т. Г. Дудок, Ю. А. Настишин

*Інститут фізичної оптики імені О. Г. Влоха,
вул. Драгоманова 23, м. Львів, 79005*

Проведено дослідження лазерної генерації в холестеричному рідкому кристалі з домішкою флуоресцентного барвника в комірниці з матовими обмежувачими внутрішніми поверхнями. При збудженні імпульсом випромінювання з довжиною хвилі 532 нм та тривалістю 6 нс виявлено, що незважаючи на густодефектну структуру, така комірка проявляє лазерну генерацію (Рис. 1), яка за інтенсивністю не поступається генерації в аналогічній комірниці із звичайними глянцевиими скляними підкладками та планарною орієнтацією директора. З метою ідентифікування лазерних мод проведено дослідження спектрів поглинання та селективного відбивання, а також кутової залежності інтенсивності генерації та півширини лазерних ліній. Виявлено, що завдяки густодефектній структурі така комірка виявляється суттєво стійкішою до потужного оптичного нагнітання у порівнянні із аналогічною коміркою із глянцевиими підкладками.

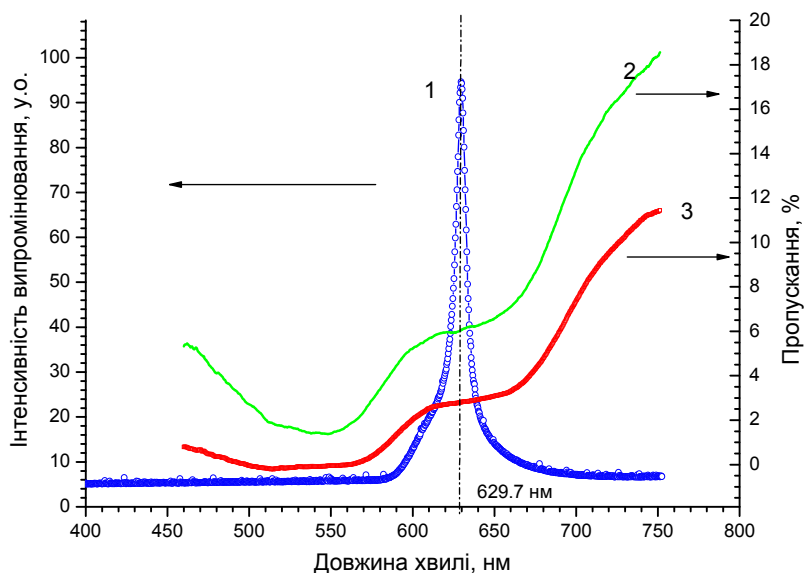


Рис. 1. Спектри генерації (1) та пропускання комірок з холестеричним кристалом товщиною 25 мкм (2) та 100 мкм (3).

ЗМІСТ

УСНІ ДОПОВІДІ

СТОРИЧЧЯ НАУКИ ПРО НАПІВПРОВІДНИКИ: ВИТОКИ І УКРАЇНСЬКИЙ ВНЕСОК <i>Стріха М.В.</i>	9
ПРОФЕСОР ВЛОХ О.Г. – СПЕЦІАЛІСТ, ОРГАНІЗАТОР, ПОЛІТИК <i>Романюк М.О.</i>	10
ФОТОРЕФРАКТИВНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ЛЕГОВАНИХ КРИСТАЛІВ $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ <i>Грабар О., Стойка І., Височанський Ю.</i>	11
RELAXED OPTICS: NECESSITY OF CREATION AND PROBLEMS OF DEVELOPMENT <i>Trokhimchuck P.P.</i>	12
SPECTROSCOPIC PROPERTIES OF THE UN-DOPED AND DOPED BORATE GLASSES AND THEIR POSSIBLE APPLICATIONS <i>Radlyak V.</i>	13
МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ФОТОПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЧОТИРЬОХТОЧКОВОГО ЗГИНУ <i>Крупич О., Саварин В., Влох Р.</i>	14
ANISOTROPY OF ACOUSTOOPTIC FIGURE OF MERIT FOR TeO_2 CRYSTALS. CASE OF ISOTROPIC DIFFRACTION <i>О. Mys, М. Kostyrko, М. Smyk, О. Krupych and R. Vlokh</i>	15
АНІЗОТРОПІЯ ФОТОПРУЖНОСТІ НИЗЬКОСИМЕТРИЧНИХ КРИСТАЛІВ <i>Демянишин Н.М., Мицик Б.Г.</i>	16
ПРО МОЖЛИВІСТЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛІПСОМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЗОРИХ ПЛІВОК НА СКЛЯНИХ ПІДКЛАДКАХ <i>Коструба А., Стецишин Ю., Влох Р.</i>	17
CROSSOVER REGIME OF OPTICAL VORTICES GENERATION VIA ELECTROOPTIC NONLINEARITY: THE PROBLEM OF OPTICAL VORTICES WITH THE FRACTIONAL CHARGE GENERATED BY CRYSTALS <i>Yurij Vasykiv, Ihor Skab, and Rostyslav Vlokh</i>	18
CRYSTAL STRUCTURE AND OPTICAL ACTIVITY OF $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ CRYSTALS <i>Yaroslav Shopa, Nazar Ftomyn, Ivanna Sokoliuk</i>	19
ВИВЧЕННЯ СТРУКТУРНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ У НЕЛІНІЙНООПТИЧНИХ КРИСТАЛАХ Tl_4HgI_6 , Tl_4CdI_6 І Tl_4PbI_6 ЗА МЕТОДОМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ СКАНУЮЧОЇ КАЛОРИМЕТРІЇ <i>Франів В. А., Кушнір О. С.</i>	20

СТЕНДОВІ ДОПОВІДІ

Torsion induced gradient piezogyration <i>О.Кvasnyuk, Yu.Vasykiv, Ya.Shopa, М.Кostyrko and R.Vlokh</i>	23
Torque-operated gradient-index axicon <i>Y.Vasykiv, M.Smyk, I.Skab and R.Vlokh</i>	24
Anisotropy of acoustooptic figure of merit in optically isotropic media <i>О. Mys, М. Kostyrko, М. Smyk, О. Krupych and R. Vlokh</i>	25
Ефект Фарадея в кристалах $\text{NaBi}(\text{MoO}_4)_2$ за наявності лінійного двозаломлення <i>Д.Адаменко, Р.Влох</i>	26
Topological defects of optical indicatrix orientation in stressed glasses: spatial distribution of optical anisotropy parameters <i>Yu. Vasykiv, I. Skab, M. Smyk, and R. Vlokh</i>	27
Determination of piezooptic coefficient using a crystalline disk compressed along its diameter <i>V.Savaryn, О. Krupych and R.Vlokh</i>	28
Critical behavior of $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ and $\text{Sn}_2\text{P}_2(\text{Se}_{0.28}\text{S}_{0.72})_6$ crystals under high hydrostatic pressure <i>B.Zapeka, М.Кostyrko, I.Martynyuk-Lototska and R.Vlokh</i>	29

Workshop on Parametrical Optics

Оптичні властивості відпаленого боратного скла $\text{CaB}_4\text{O}_7\text{-Gd}_2\text{O}_3\text{-Ag}_2\text{O}$ <i>В.Т.Адамів, Я.В.Бурак, Р.В.Гамерник, Р.М.Дутка, І.М.Теслюк</i>	30
Визначення п'єзооптичних коефіцієнтів π_{61} та π_{66} в тетрагональних кристалах <i>Б.Г.Мицик, Н.М.Дем'янишин, Я.П. Кость</i>	31
Optical spectroscopy of the Sm-doped borate glasses <i>I. I. Kindrat, B. V. Padlyak, A. Drzewiecki, V. O. Protsiuk, V. T. Adamiv, Ya. V. Burak, I. M. Teslyuk</i>	32
Диференційна матриця Джонса для холестеричного рідкого кристалу <i>С. Ю. Насишин, С. І. Мудрий, Ю. А. Насишин, Р. О. Влох</i>	33
Phase singularities and the transverse energy redistribution upon edge diffraction of a paraxial beam with optical vortex <i>Aleksandr Bekshaev, Kadhim Ameen Mohammed</i>	34
Method of the anomalous light scattering investigation in gradient solutions with ESPI control of the concentration distribution <i>Leonid A. Bulavin, Vladimir Ya. Gotsulskiy, Andrei Yu. Popov</i>	35
Використання фоторефрактивного кристала $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ у схемі динамічного інтерферометра <i>Цигика М.В., Грабар О.О., Стойка І.М.</i>	36
Optical Properties of Hydrogenated Silicon Electrodes <i>Olexiy Balitskii, Jacek Elias, Sergiy Gryshchenko, Nataliia Kvashnivska and Nataliia Polishchuk</i>	37
Consideration of dielectric background for ferroic lead germanate and multiferroic $[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_4]_2\text{CoClBr}_3$ <i>Yu. G. Klymovych, O. S. Kushnir, I. S. Girnyk, V. B. Kapustianyk, B. Kundys and R. Y. Shopa</i>	38
Synthesis of oxide-based conductive luminescent thin films grown by ion-plasma sputtering <i>O. M. Bordun, I. O. Bordun, B. V. Padlyak, I. Yo. Kukharsky, M. Ya. Kushnirevych</i>	30
Topological transformation of half order optical vortices in the combined beams <i>Yu. A. Egorov, M. M. Nesterova, A. F. Rubass and A. V. Volyar</i>	40
Лазерна генерація в холестеричній комірниці з матовими внутрішніми поверхнями. <i>Т. Г. Дудок, Ю. А. Насишин</i>	41

Друкується за рішенням Вченої ради
Інституту фізичної оптики імені О.Г.Влоха.

Підписано до друку 30.06.2014р. Формат 60x84/8. Папір офсетний.
Гарнітура „Times”. Авт. арк. 1,88. Ум. друк. арк. 3,48. Тираж 100

Видавництво Інституту фізичної оптики імені О.Г.Влоха Міністерства освіти і науки України
79005, м.Львів, вул. Драгоманова, 23
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників та розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК, №3235 від 11.07.2008р.