

ISSN 2616-6836

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

BULLETIN

of the L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

PHYSICS. ASTRONOMY Series

№1(122)/2018

1995 жылдан бастап шығады

Издается с 1995 года

Founded in 1995

Жылына 4 рет шығады

Выходит 4 раза в год

Published 4 times a year

Астана, 2018

Astana, 2018

Бас редакторы
ф.-м.ғ. докторы
А.Қ. Арынгазин (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

А.Т. Ақылбеков, ф.-м.ғ.д., профессор
(Қазақстан)

Редакция алқасы

Алдонгаров А.А.	PhD (Қазақстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Гиниятова Ш.Г.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Даулетбекова А.Қ.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Ержанов Қ.К.	ф.-м.ғ.к., PhD (Қазақстан)
Жұмаділов Қ.Ш.	PhD (Қазақстан)
Здоровец М.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Қадыржанов Қ.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Кайнарбай А.Ж.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Кутербеков Қ.А.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.ғ.д., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Мырзақұлов Р.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Нұрахметов Т.Н.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Сауытбеков С.С.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Тлеукенов С.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сатпаев к-сі, 2, 408 б.
Тел.: (7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген
А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен тіркелген.
27.03.2018ж. №16999-ж тіркеу куәлігі. Тиражы: 30 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі, 12/1,
тел.: (7172)709-500 (ішкі 31-428)

Главный редактор
доктор ф.-м.н.
А.К. Арынгазин (Казахстан)

Зам. главного редактора

А.Т. Акылбеков, доктор ф.-м.н.
профессор (Казахстан)

Редакционная коллегия

Алдонгаров А.А.	PhD (Казахстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.н., проф. (Россия)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.н., проф. (Россия)
Гиниятова Ш.Г.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Даулетбекова А.К.	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Ержанов К.К.	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Жумадилов К.Ш.	доктор PhD (Казахстан)
Здоровец М.	к.ф.-м.н. (Казахстан)
Кадыржанов К.К.	ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Кайнарбай А.Ж.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Кутербеков К.А.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.н., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Мырзакулов Р.К.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Нурахметов Т.Н.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Сауытбеков С.С.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Тлеукенов С.К.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Казахстан)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, каб. 408
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка
А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия.
ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

Собственник РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 30 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 12/1,

тел.: (7172)709-500 (вн. 31-428)

Editor-in-Chief
Doctor of Phys.-Math. Sciences
A.K. Aryngazin (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

A.T. Akilbekov, Doctor of Phys.-Math. Sciences,
prof. (Kazakhstan)

Editorial board

Aldongarov A.A.	PhD (Kazakhstan)
Balapanov M.Kh.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Russia)
Bakhtizin R.Z.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Russia)
Dauletbekova A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
Giniyatova Sh.G.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kadyrzhanov K.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Kainarbay A.Zh.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kuterbekov K.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Lushchik A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Estonia)
Morzabayev A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Myrzakulov R.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Nurakhmetov T.N.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Sautbekov S.S.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Tleukenov S.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Useinov A.B.	PhD (Kazakhstan)
Yerzhanov K.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD(Kazakhstan)
Zdorovets M.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Zhumadilov K.Sh.	PhD (Kazakhstan)

Editorial address: 2, Satpayev str., of.408, Astana, Kazakhstan, 010008
Tel.: (7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Responsible secretary, computer layout:
A.Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. PHYSICS. ASTRONOMY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan. Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;
tel.: (7172) 709-500 (ext. 31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

№1(122)/2018

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

<i>Ақылбеков А.Т., Бижанова С.Б., Баубекова Г.М., Карипбаев Ж.Т.</i> «Таза» кристалдардың импульстік катодолюминесценция спектрлері	8
<i>Ахметова Г.А.</i> DVB-T және DVB-T2 жерсеріктік эфирлік хабар тарату желісінің қамту аймағын анықтаудың стандарттары мен әдіснамасын салыстыру	13
<i>Алдонгаров А.А., Асылбекова А.М., Иргібаева И.С., Ермекова Ж.К.</i> Родамин бояғышы мен CdS кластерлерінің кешендерінде электрондық ауысулардың табиғатын анықтау	19
<i>Бекова Г.Т., Уалиханова У.А., Есмаханова К.Р.</i> (2+1)-комплекті модификациялан Кортевег–де Фриз және Максвелл–Блох теңдеулерінің сақталу заңдары	28
<i>Борзев Д.Б., Здоровец М.В., Козловский А.Л.</i> Сыртқы факторлардың әсерінен металл наноқұрылымдарының құлдырауын зерттеу	33
<i>Қадыржанов Д.Б., Здоровец М.В., Козловский А.Л., Петров А.В.</i> Zn нанотүтікшелерінің құрылымдық қасиеттеріне сәулелендіру әсерін зерттеу	40
<i>Калиекперов М.Е., Козловский А.Л., Қадыржанов К.К.</i> Полимерлік матрицалар негізінде иондаушы сәуледен жұқа қорғаныш жабындарын синтездеу	46
<i>Жасыбаева М.Б., Нугманова Г.Н.</i> Интегралданатын Фокас-Ленэллстың теңдеуіне эквивалентті спиндік жүйе	53
<i>Есмаханова К.Р., Жубаева Ж.С., Топеева С.Қ.</i> (1+1)-өлшемді локалды емес бейсызықты Шредингер теңдеуінің нақты шешімдері	58
<i>Мусабаева Г.К., Ақылбеков А.Т., Мусабаев К.К.</i> Атомдардың өздігінен сәуле шығаруы туралы	64
<i>Мурзалынов Д.О., Власукова Л.А., Пархоменко И.Н., Комаров Ф.Ф., Ақылбеков А.Т., Мудрый А.В., Рябикин Ю.А., Гиниятова Ш.Г., Даулетбекова А.К.</i> Азотпен имплантталған кремний нитридті қабықшаларының люминесценциясы	68
<i>Морзабаев А.К., Гиниятова Ш.Г., Шаханова Г.А., Алымханова К., Айданұлы Б., Махмұтов В.С.</i> Астана қаласының Жер беті маңындағы дозалық және электрлік сипаттамаларын талдау	75
<i>Даулетбекова А., Баймұханов З., Козловский А., Гиниятова Ш., Мурзагалиев М., Журкин Е., Наурызбаева Р.</i> SiO ₂ /Si тіректі темплэйт негізінде нанокомпозитті материалдарды зерттеу және әзірлеу	82
<i>Даулетбекова А., Скуратов В., Маника И., Маникс Я., Забельс Р., Кирилкин Н., Ақылбеков А., Гиниятова Ш., Байжуманов М., Сейтбаев А., Кудайбергенова С.</i> Люминесценцияның өшуінің дислокациялану механизмі	91

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. Серия ФИЗИКА.

№1(122)/2018

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА	
<i>Акылбеков А.Т., Бижанова С.Б., Баубекова Г.М., Карипбаев Ж.Т.</i> Спектры импульсной катодолюминесценции «чистых» кристаллов	8
<i>Ахметова Г.</i> Сравнение стандартов и методика определения зоны покрытия сети цифрового наземного вещания DVB-T и DVB-T2	13
<i>Алдонгаров А.А., Асылбекова А.М., Иргибиева И.С., Ермекова Ж.К.</i> Определение природы электронных переходов в комплексах родаминового красителя и кластерах CdS	19
<i>Бекова Г.Т., Уалиханова У.А., Есмаханова К.Р.</i> Законы сохранения для (2+1)-мерных уравнений комплексно модифицированного Кортевега-де Фриза и Максвелла-Блоха	28
<i>Боржекков Д.Б., Здоровец М.В., Козловский А.Л.</i> Изучение деградации металлических наноструктур под действием внешних факторов	33
<i>Кадыржанов Д.Б., Здоровец М.В., Козловский А.Л.</i> Петров А.В, Исследование влияния облучения на структурные свойства Zn нанотрубок	40
<i>Калиекперов М.Е., Козловский А.Л., Кадыржанов К.К.</i> Синтез тонких защитных покрытий от ионизирующего излучения на основе полимерных матриц	46
<i>Жасыбаева М.Б., Нугманова Г.Н.</i> Спиновая система, эквивалентная интегрируемому уравнению Фокаса-Ленэллса	53
<i>Есмаханова К.Р., Жубаева Ж.С., Тапеева С.Қ.</i> Нелокальные нелинейные уравнения Шредингера и ее точные решения	58
<i>Мусабаева Г.К., Акылбеков А.Т., Мусабаев К.К.</i> К вопросу возникновения спонтанного излучения атомов	64
<i>Мурзалинов Д.О., Власукова Л.А., Пархоменко И.Н., Комаров Ф.Ф., Акылбеков А.Т., Мудрый А.В., Рябикин Ю.А., Даулетбекова А.К., Гиниятова Ш.Г.</i> Люминесценция пленок нитрида кремния, имплантированных азотом	68
<i>Морзабаев А.К., Гиниятова Ш.Г., Шаханова Г.А., Алимханова К., Айданұлы Б., Махмұтов В.С.</i> Анализ дозовых и электрических характеристик в приземном слое атмосферы г. Астаны	75
<i>Даулетбекова А., Баймуханов З., Козловский А., Гиниятова Ш., Мурзагалиев М., Журкин Е., Наурызбаева Р.</i> Разработка и исследование нанокompозитных материалов на основе трекового темплэйта SiO_2/Si	82
<i>Даулетбекова А., Скуратов В., Маника И., Маникс Я., Забельс Р., Кирилкин Н., Акылбеков А., Гиниятова Ш., Байжуманов М., Сейтбаев А., Кудайбергенова С.</i> Дислокационный механизм затухания люминесценции	91

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY.
PHYSICS.ASTRONOMY SERIES

№1(122)/2018

CONTENTS

PHYSICS

<i>Akylbekov A.T., Bizhanova S.B., Baubekova G.M., Karipbayev Zh.T.</i> The pulsed cathodoluminescence spectra of "pure" crystals	8
<i>Akhmetova G.</i> Comparison of standards and methodology of determining the coverage area of the digital terrestrial broadcasting network DVB-T and DVB-T2	13
<i>Aldongarov A.A., Assilbekova A.M., Irgibaeva I.S., Ermekova Zh.K.</i> Determination of the nature of electronic transitions in the complexes of rhodamine dye and CdS clusters	19
<i>Bekova G.T., Ualikhanova U.A., Yesmakhanova K.R.</i> Conservation laws of the (2+1)-dimensional complex modified Korteweg-de Vries and Maxwell-Bloch equations	28
<i>Borgekov D.B., Zdorovets M.V., Kozlovskiy A.L.</i> Study of the degradation of metallic nanostructures under the influence of external factors	33
<i>Kadyrzhanov D.B., Zdorovets M.V., Kozlovskiy A.L., Petrov A.V.</i> Investigation of the effect of irradiation on the structural properties of Zn nanotubes	40
<i>Kaliyekperov M.E., Kozlovskiy A.L., Kadyrzhanov K.K.</i> Synthesis of thin protective coatings from ionizing radiation based on polymer template	46
<i>Nugmanova G.N., Zhassybayeva M.B.</i> Spin system equivalent to the integrable Fokas-Lenells equation	53
<i>Yesmakhanova K.R., Zhubaeva Zh.S., Tapeyeva S.K.</i> Exact solutions of the (1+1)-dimensional nonlocal nonlinear Schrodinger equation	58
<i>Musabayeva G.K., Akylbekov A.T., Musabayev K.K.</i> On the origin of spontaneous emission of atoms	64
<i>Murzalinov D.O., Vlasukova L.A., Parkhomenko I.N., Komarov F.F., Akilbekov A.T., Mudryi A.V., Ryabikin Yu.A., Giniyatova Sh.G., Dauletbekova A.K.</i> The photoluminescence of nitrogen-implanted silicon nitride films	68
<i>Morzabaev A.K., Giniyatova Sh.G., Shakhanova G.A., Alimkhanova K., Aidanuli B., Makhmutov B.S.</i> Analysis of dose and electrical characteristics in the underground layer of astana atmosphere	75
<i>Dauletbekova A., Baymukhanov Z., Kozlovskii A., Giniyatova Sh., Murzagaliyev M., Zhurkin E., Nauryzbaeva P.</i> Development and research for nanocomposite materials based on track templates of SiO_2/Si	82
<i>Dauletbekova A., Skuratov V., Manika I., Maniks J., Zabels R., Kirilkin N., Akilbekov A., Giniyatova Sh., Baizhumanov M., Seitbayev A., Kudaibergenova S.</i> Dislocation mechanism of fading of luminescence intensity	91

ФИЗИКА



ҒТАМРК 29.19.04; 29.19.21; 29.19.11.

А.Т. Ақылбеков, С.Б. Бижанова, Г.М. Баубекова, Ж.Т. Карипбаев

*Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
(E-mail: akilbekov_at@enu.kz, Saniya.bagdauletovna@mail.ru, guldar_87@mail.ru, zf1@mail.ru)*

«Таза» кристалдардың импульстік катодлюминесценция спектрлері

Аннотация: $YLiF_4$ кристалдарына сирек кездесетін жер иондары қоспаларын енгізгенде болашағы зор, қолдану аясы кең сцинтилляциалық кристалл ретінде көзге түседі. $YLiF_4$ кристалдары туралы мағлұматтар көп болса да, жарық шығару механизмдері туралы ақпараттар айқын әрі толық емес. Мақалада «таза» $YLiF_4$ кристалдарының импульстік катодлюминесценциясы зерттелді. ИКЛ спектрі 15-тен 300 К температура аралығында өлшенген. 2 – 3,8 эВ аймақта люминесценцияның болуы, кристалды өсіру кезінде еніп кеткен қоспалардың себебінен болуы мүмкін. Мұндай қорытындыға негіз болып, осындай аймақтағы спектрдің қиын сипаты, кристалдың бастапқы күйіне тәуелділігі, сирек кездесетін жер иондарына тән жұқа сызықтардың спектрінде болуы - $YLiF_4$ кристалындағы ең ықтимал қоспалар негіз болады.

Ключевые слова: $YLiF_4$, катодлюминесценция, люминесценция, импульстік катодлюминесценция, боялу центрлері, импульстік катодлюминесценция спектрлері, сцинтилляциалы кристалл, иондар.

Кіріспе. $YLiF_4$ кристалдары (жер иондарымен легирленген) жарық шығымы жоғары сцинтилляторлар және солардың негізінде белсенді оптикалық орта тудыратын маңызды материалдардың бірі болып табылады. Оптикалық материалдардың негізгі сипаттамаларының бірі - олардың радиация әсеріне төзімділігі, өйткені бояу орталықтарының бар болуынан, кристалдардың мөлдірлігінің жоғалуы, олардың спектральды-кинетикалық параметрлерінің нашарлауына әкеліп соғады. Легирленбеген $YLiF_4$ кристалын бөлме температурасында электрондармен сәулелендіруде, жұтылу жолақтары 620, 335, 440, 620 нм максимумдарында байқалғаны [1] жұмыстарында көрсетілген. $YLiF_4$ кристалдарын бөлме температурасында γ - сәулелендіруде 260; 330; 440; 640 нм аймақтарында жұтылу жолақтары анықталғаны [2] жұмыстарында көрсетілген. Рентген сәулесімен сәулеленген 650, 450, 350 және 270 нм-дегі жұтылудың жолақты ұқсас спектрлері алынған. 3,7 эВ-тағы жолақ F орталықтарға жатқызылады. Қалған жолақтардағы жұту табиғаты әлі де талқылауды қажет етеді.

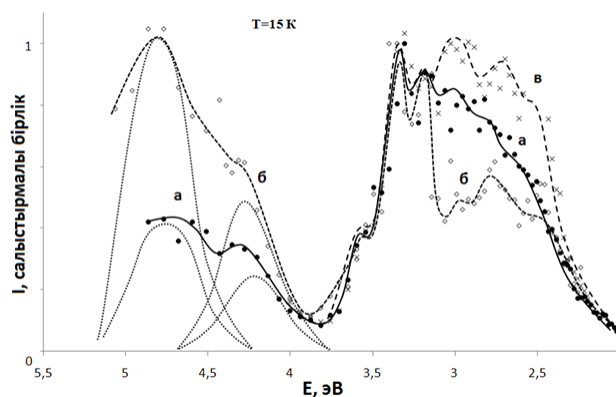
Зерттеу объектісі және техникасы. Негізгі эксперимент нәтижелері ГИН-600 электрондарды үдеткіш базасында импульсті оптикалық спектрометр көмегімен алынған.

Спектрометрдің техникалық сипаттамалары: өлшеулердің спектрлік ауқымы 200 – 1200 нм; уақыттық ажыратымдылығы 7 нс-тан бастап; өлшеулердің температуралық диапазоны 20-700 К; электрондардың ток импульс ұзақтығы 2 – 10нс аралығында өзгерді; электрондар шоғы тогының мүмкін болатын тығыздық диапазоны 0,1 – 1000 А/см²; электрондардың максималь энергиясы 400 кэВ; электрондардың орташа энергиясы 200 – 250 кэВ. Сигналдарды тіркеу үшін МДР204 монохроматоры, (ФЭУ-97, ФЭУ 86/4) фотоэлектронды күшейткіш, (Tektronix TDS 2022) сандық еске сақтаушы осциллограф қолданылды.

Зерттеу нысаны ретінде «С.И. Вавилов атындағ МОИ БҒО» «ИНКРОМ» ЖАҚ-нан алынған $YLiF_4$ монокристалдары қолданылды, Санкт-Петербург. Кристалдар графитті

тиглде 10^{-2} Па шамасындағы қалдық газдың қысымында вакуумде Бриджмен – Стокбаргер әдісімен өсірілген.

Зерттеу нәтижелері. $YLiF_4$ кристалын жоғарыэнергетикалық электрондардың импульсті ағынында қоздыру, оларда қарқынды люминесценцияның болуын көрсетеді.



СУРЕТ 1 – Түрлі кристалдарда 15К кезіндегі электрондар импульсімен бастау алған ИКЛ спектрлері: а) $YLiF_4$ №88-53, б) $YLiF_4$ 2009, в) $YLiF_4$ Л40

1 суретте таза кристалда 15К кезіндегі электрондар импульсімен бастау алған а) $YLiF_4$ №88-53, б) $YLiF_4$ 2009, в) $YLiF_4$ Л40, электрондардың импульсі әсері аяқталғаннан кейінгі 10 нс арқылы өлшенген импульстік катодолюминесценция (ИКЛ) спектрлері келтірілген. Спектрлер спектрлік сезімталдықты ескере отырып спектрометрдің өлшегіш бойында түзелген.

Спектрлерді шартты түрде 2 бөлікке бөлуге болады: спектр 1 (3,8 – 5 эВ аралығы) және спектр 2 (2 – 3,8 эВ аралығы).

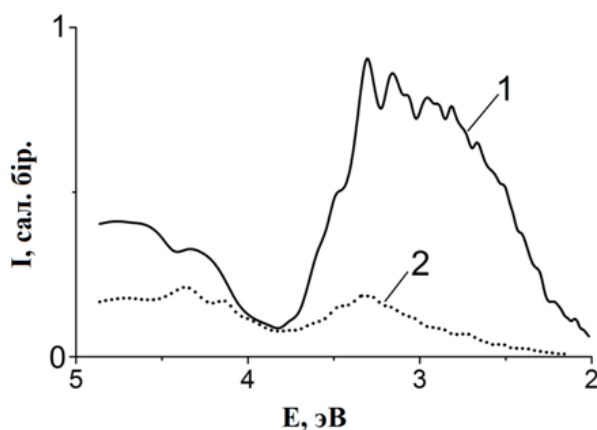
Спектр 1, сәйкесінші, 0,49 және 0,57 эВ-ты жартыенді 4,2 және 4,75 эВ максимумды екі бір-біріне қайшы жолақтардан тұрады. Бұл жолақтар суретте үзік сызықтар арқылы көрсетілген, өлшенген спектрлерге бөлінген Аленцева экспериментальды әдісімен жіктелген.

Бұған дейін [3] жұмыстарында жарқырау спектр 1 табиғаты анықталған. 3,8 – 5 эВ аймағында жарқырау экситондардың сәулелендіруші ыдырауына байланысты деп жорамалданады. Біздің нәтижелерден, $YLiF_4$ кристалында экситонды люминесценция спектрлері бірдей кинетикалық және температура сипаттамалы екі жолақтан тұрады, кристалдың кристаллографиялық бағытының бағдарлануынан люминесценция бақылануының бағытына қатысты тәуелділік теңдіктен. Екі жолақ кеңістіктік құрылымынан ажыратылатын экситондардың екі түріне жатуы мүмкін.

Спектр 2-де қарқындылық теңдігінің тазалық дәрежесіне, кристалл бағытының оптикалық С өсіне қатыстылығына, үлгінің тарихына байланысты көптеген жасырын жұқа жолақтардан тұрады. Спектрдің мұндай түрі барлық үлгілер үшін сипатталған. Эксперименттік алынған спектрлерді оның құрамдас бөліктеріне бөлу өте күрделі және біркелкі емес міндеттермен шешіледі.

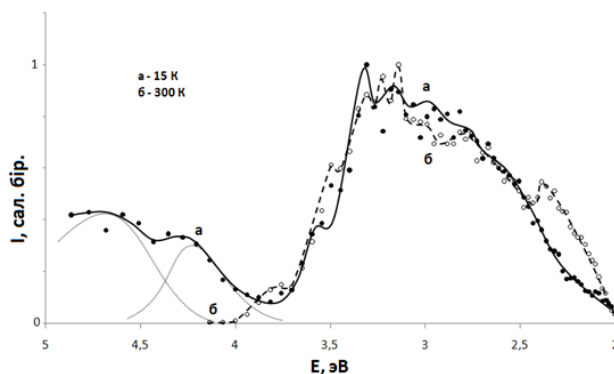
2 суретте $YLiF_4$ №88-53 кристалының 10 нс кезінде (өшудің наносекундты компоненті) және 25 мкс кезінде өлшенген екі спектрі көрсетілген.

Уақыт өте қоздыру импульсі аяқталғаннан кейін люминесценция спектрлерінің түрі өзгереді. Мысал ретінде 3 суретте $YLiF_4$ №88-53 кристалында 15К кезінде электрондардың импульсі арқылы басталатын, қоздырушы импульстың әсері аяқталғаннан кейінгі 10 нс (1) және 25 мкс (2) кезінде зерттелген ИКЛ спектрлері көрсетілген. Суретте көрсетілген зерттеу нәтижелерінен көріп тұрғанымыздай, спектр 1-де 25 мкс және 10 нс кезінде 4,2 және 4,75 эВ максимумды екі жолақтан тұрады. 25 мкс кезінде өлшенген спектр 2-де, күткеніміздей, 10 нс кезінде өлшенген спектрден айтарлықтай ерекшеленеді. Бұл сөнудің уақыттық сипаттамасының азаю тенденциясының сәулеленіп шыққан фотондар энергиясының азаюымен байланысты.



Сурет 2 – $YLiF_4$ №88-53 кристалында 15 К кезінде электрондардың импульсі арқылы басталатын, қоздырушы импульстың әсері аяқталғаннан кейінгі 10 нс (1) және 25 мкс (2) кезінде зерттелген ИКЛ спектрі

Үлгіні сәулелендіруде температураны жоғарылатсақ люминесценция қарқындылығы лезде түсіп кетеді, әйтседе, 300К температурада жарқырау зерттеу үшін жеткілікті болып табылады. 3 суретте № 88-53 үлгісі есебінде $YLiF_4$ таза кристалының люминесценция спектрі көрсетілген.



Сурет 3 – $YLiF_4$ №88-53 кристалында әр-түрлі температурада электрондық импульспен аяқталғандағы ИКЛ спектрлері: а) 15К, б) 300К

300К температура кезінде әлсіз жарқырау спектр 2 сияқты спектр қабылдайды. 3 - суретте $YLiF_4$ №88-53 кристалында 15К және 300К температурада электрондар импульс әсері аяқталғаннан кейін 10 нс кезінде өлшенген ИКЛ спектрлері көрсетілген. 300К температурада спектр 1 қарқындылығы спектр 2 -ден әлдеқайда аз болатыны, олай болса 15К температура кезінде бұл айырмашылықтың 50% құрайтынын алынған нәтижелерден байқалады.

Зерттеудің көрсетілген нәтижелері бойынша келесідей қорытынды жасауға болады:

1. $YLiF_4$ кристалдарын 15К-де қоздыру кристалдарда екі айқын аймақта көрсетілген спектрлі люминесценцияның басталуына апарайды: 3,8 – 5 эВ және 2 – 3,8 эВ аймақта.

2. Қоздырылғаннан кейін уақыт өте люминесценция қарқындылығы құлайды, әсіресе 2 – 3,8 эВ аймағында өте жылдам түрде.

3. Үлгінің температурасын жоғарлатып 300 К-ге дейін қоздыруда 3,8 – 5 эВ аймақта спектрдің люминесценциясы жоғалады, 2 – 3,8 эВ аймақта спектрдің люминесценциясы сақталады.

4. 3,8 – 5 эВ аймағында люминесценция экситондардың сәуле шығаруымен болжау жасалады.

5. 2 – 3,8 эВ аймақта люминесценцияның болуы, кристалды өсіру кезінде еніп кеткен қоспалардың себебінен болуы мүмкін. Мұндай қорытындыға негіз болып, осындай аймақтағы спектрдің қиын сипаты, кристалдың бастапқы күйіне тәуелділігі, сирек кездесетін жер

иондарына тән жүқа сызықтардың спектрінде болуы - $YLiF_4$ кристалындағы ең ықтимал қоспалар негіз болады.

Список литературы

- 1 Чинков Е.П., Красноусов И.В., Лисицына Л.А., Рейтеров В.М. Оптическое поглощение и люминесценция кристаллов $YLiF_4$ при импульсном облучении электронами // Изв. Латвийской АН, сер.физ.-тех.н. – 1990. - № 5. – С. 60 – 64.
- 2 Kaczmarek S.M., Bensalah A., Boulon G. Y – Ray induced color centers in pure and Yb doped $LiYF_4$ and $LiLuF_4$ single crystals //Optic Materials. - 2006. - № 28. - p.123-128.
- 3 Li Q.E., Chen L.F. A study of the intrinsic defects in $LiYF_4$ with extended-ion method //Solid State Comm. - 2006. - № 140.-p.107-111.

А.Т. Акылбеков, С.Б. Бижанова, Г.М. Баубекова, Ж.Т. Карипбаев

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Спектры импульсной катодолуминесценции «чистых» кристаллов

Аннотация: Кристаллы $YLiF_4$ легированные редкоземельными ионами, являются перспективными сцинтилляционными материалами с широким спектром приложения. Несмотря на то, что имеется много данных о кристаллах $YLiF_4$, информация о механизмах свечения не ясна и неполна. В статье исследована импульсная катодолуминесценция «чистых» кристаллов $YLiF_4$. Представлены спектры ИКЛ в температурном диапазоне от 15 до 300К. Люминесценция в области 2 – 3,8 эВ обусловлена, вероятно, свечением неконтролируемо вошедших в кристалл при выращивании примесей. Основанием для такого заключения является сложный характер спектра в этой области, зависимость его от предыстории кристалла, наличие в спектре узких линий, характерных для ионов редких земель – наиболее вероятных примесей в кристалле $YLiF_4$.

Түйін сөздер: $YLiF_4$, катодолуминесценция, люминесценция, импульсная катодолуминесценция, центры окраски, спектры импульсной катодолуминесценции, сцинтилляционный кристалл, ионы.

A.T. Akylbekov, S.B. Bizhanova, G.M. Baubekova, Zh.T. Karipbayev

L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

The pulsed cathodoluminescence spectra of "pure" crystals

Abstract: Crystals $YLiF_4$ doped with rare-earth ions are promising scintillation materials with a broad spectrum of applications. Despite the fact that there is a lot of research about $YLiF_4$ crystals, information about the mechanisms of luminescence is not clear and incomplete. The pulsed cathodoluminescence of "pure" $YLiF_4$ crystals is studied in this paper. The spectra of PCL in the temperature range from 15 to 300 K are presented. The luminescence in the region 2 - 3.8 eV is due, probably, to the glow of the impurities that uncontrollably entered the crystal. The basis for this conclusion is the complex character of the spectrum in this region, its dependence on the history of the crystal, the presence in the spectrum of narrow lines characteristic of ions of rare earths - the most probable impurities in the $YLiF_4$ crystal.

Keywords: $YLiF_4$, cathodoluminescence, luminescence, pulsed cathodoluminescence, color centres, spectrum, scintillation crystal, ions.

References

- 1 Chinkov Ye.P., Krasnousov I.V., Lisitsyna L.A., Reyterov V.M. Opticheskoye pogloshcheniye i lyuminesstentsiya kristallov $YLiF_4$ pri impul'snom obluchenii elektronami [Optical absorption and luminescence of $YLiF_4$ crystals under pulsed electron irradiation]// Izv. Latviyskoy AN, ser.fiz.-tekh.n [Izv. Of the Latvian Academy of Sciences, ser.fiz.-tekh.n], 5, 60 – 64 (1990). [in Russian].
- 2 Kaczmarek S.M., Bensalah A., Boulon G. Y. Ray induced color centers in pure and Yb doped $LiYF_4$ and $LiLuF_4$ single crystals, Optic Materials, 28, 123-128 (2006).
- 3 Li Q.E., Chen L.F. A study of the intrinsic defects in $LiYF_4$ with extended-ion method, Solid State Comm, 140, 107-111, (2006).

Авторлар туралы мәлімет:

Акылбеков А.Т. – физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, Физика-техникалық факультетінің деканы. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2, Астана, Қазақстан.

Бижанова С.Б. – Техникалық физика кафедрасы 6М072300-Техникалық физика мамандығының 2 – курс магистранты. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2, Астана, Қазақстан.

Баубекова Г.М. - Техникалық физика кафедрасы 6М072300-Техникалық физика мамандығының 1 – курс докторанты. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2, Астана, Қазақстан.

Карипбаев Ж.Т. - Техникалық физика кафедрасының доцент міндетін атқарушысы. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2, Астана, Қазақстан.

Akylbekov A.T. - Dean of the Faculty of Physics and Technology, Professor, Dr.Sc. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Bizhanova S.B. - Second-year Master of Science in specialty 6M072300-Technical Physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Baubekova G.M. - Doctoral student of the 1 st year in the specialty 6D072300-Technical Physics. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Karipbaev Zh. T. - Doctor of Philosophy (PhD), teacher. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Редакцияға 29.03.2018 қабылданды