

**Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі
«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ
«Қазақстанның физика- техникалық қоғамы» ЖШС**

**Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан
НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»
ТОО «Физико-техническое общество Казахстана»**

ҚАТТЫ ДЕНЕ ФИЗИКАСЫ

*XV Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары
8-10 желтоқсан 2022 жылы*

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

*Материалы XV Международной научной конференции
8-10 декабря 2022 года.*

**Астана
2022**

УДК 538.9 (075.8)
ББК 22.37 я73
Ф50

Рекомендовано к изданию решением
Физико-технического общества Казахстана

Организационный комитет

Председатель: **Сыдыков Е.Б.**

Сопредседатели: **Курмангалиева Ж.Д., Кокетай Т.А.**

Члены международного оргкомитета: **Алиев Б.** (Казахстан), **Акылбеков А.Т.** (Казахстан), **Даулетбекова А.К.** (Казахстан), **Бахтизин Р.З.** (Россия), **Балапанов М.Х.** (Россия), **Донбаев К.М.** (Казахстан), **Ибраев Н.Х.** (Казахстан), **Кидибаев М.М.** (Кыргызстан), **Купчишин А.И.** (Казахстан), **Лисицын В.М.** (Россия), **Липилин А.С.** (Россия), **Мукашев К.М.** (Казахстан), **Ногай А.С.** (Казахстан), **Онаркулов К.Э.** (Узбекистан), **Плотников С.П.** (Казахстан), **Приходько О.Ю.** (Казахстан), **Скаков М.К.** (Казахстан), **Тайиров М.М.** (Кыргызстан), **Шаршеев К.К.** (Кыргызстан), **Шункеев К.Ш.** (Казахстан), **Яр-Мухамедова Г.Ш.** (Казахстан), **Лущик А.Ч.** (Эстония), **Попов А.И.** (Латвия), **Давлетов А.Е.** (Казахстан), **Дробышев А.С.** (Казахстан), **Иванов В.Ю.** (Россия), **Ильин А.Ю.** (Казахстан), **Токмолдин С.Ж.** (Казахстан), **Ибраев Н.Х.** (Казахстан)

Секретари конференции

Садыкова Б.М., Дауренбеков Д.Х., Жаңылысов К.Б., Әлібай Т.Т., Юсупбекова Б.Н., Ахметова А.С., Шамиева Р.К.

Ф50 Қатты дене физикасы - Физика твердого тела: Материалы XV Международной научной конференции – Астана: Изд-во ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, 2022. – 189 с.

ISBN 978-601-337-782-7

В сборнике опубликованы материалы докладов участников XV Международной научной конференции «Физика твердого тела».

УДК 538.9 (075.8)
БК 22.37 я73

ISBN 978-601-337-782-7

**Евразийский
национальный
университет
имени Л.Н. Гумилева, 2022**

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ТОЧЕЧНЫЕ И ПРОТЯЖЕННЫЕ ДЕФЕКТЫ В ШИРОКОЩЕЛЕВЫХ СИСТЕМАХ: ОКСИДЫ, НИТРИДЫ, КЕРАМИКИ, МИНЕРАЛЫ, ОРГАНИЧЕСКИЕ И ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ; СОБСТВЕННАЯ И ПРИМЕСНАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Н.Х. Юлдашев, А.С. Байгазиев, М.Ч. Осканбаев, N.Kh. Yuldashev, A.S. Baigaziev, M.Ch. Oskanbaev Фотолюминесценция микрокристаллов в тонких пленках CdTe	7
А.В. Стрелкова, Д.А. Мусаханов, А. М.Жунусбеков, Ж.Т.Карипбаев, Г.К. Алпысова, Т.Э. Көкөтай Морфология синтезированной керамики BaF ₂	10
В.И. Корепанов, Г. Гэ, Е.Ф. Полисадова Импульсная катодолюминесценция кристаллов LiF-WO ₃ и сопутствующие процессы	14
К.Sh. Shunkeyev, A.S. Tilep, Sh.Zh. Sagimbayeva, Zh.K. Ubayev Exciton-like formation in a sodium field in KCl:Na crystal with lowering lattice symmetry	15
Н. Райымкул кызы, А.С. Ганиева, У.К. Мамытбеков, М.М.Кидибаев, К.Шаршеев Низкотемпературная рентгено- и термостимулированная люминесценция кристаллов KNaSO ₄ :Cu	16
Ж.С. Жилгильдинов, В.М. Лисицын, Ж.Т. Карипбаев, А.М. Жунусбеков, А. Тулеуов Зависимость эффективности люминесценции иаг:се керамики, полученной радиационным синтезом, от предыстории прекурсоров	18
К.К. Кумарбеков, В.М. Лисицын, Т.Э. Көкөтай, Н. Қашкен, Ұ. Аман Радиациялық өрісте MgO оксидті оптикалық керамиканың синтезі	21
Т.Т. Әлібай, Д.А. Төлеков, Р.К. Шамиева, А.С. Нурпеисов, Ш. Рыскелді, Қ.Мекебай Люминесцентные характеристики Na ₂ SO ₄ Допированного редкоземельным ионом Dy ³⁺	23
Д.А.Төлеков, Т.Т. Әлібай, Р.К. Шамиева, А.С. Нурпеисов Электронно-дырочные центры захвата в уф облученном Li ₂ SO ₄ -Mn	26
Р.К.Шамиева, Т.Т.Әлібай, Д.А.Төлеков, А.С.Нурпеисов, А.А.Қабдулқак Электронно-дырочные центры захвата в K ₂ SO ₄ -NO ₃ ⁻	29
Б.Н. Юсупбекова, А.Ж. Кайнарбай, Д.Х. Дауренбеков, К.Б. Жанылысов, Б.М. Садыкова, А.С. Ахметова, С.Пазылбек Электронно-дырочные центры захвата в кристаллах LiNaSO ₄ :Cu и LiNaSO ₄ :Cu, Mg	32
А.К. Арыков, К. Хайдаров Металлизация монокристаллов синтетического алмаза адгезионно-активными элементами: Ti и Co	37
Ы. Ташполотов, Э. Садыков, Т.К. Ибраимов Создание наноструктурных тампонажных цементов на основе минерально-сырьевых ресурсов кыргызской республики	40

СЕКЦИЯ 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, РЕЛАКСАЦИЯ НОСИТЕЛЕЙ, ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ, УПОРЯДОЧЕНИЕ, ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ, ПРИМЕСИ С МЕЛКИМИ И ГЛУБОКИМИ УРОВНЯМИ, СТРУКТУРНЫЕ ДЕФЕКТЫ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

V.A. Kalytka, Z.K. Vaimukhanov The influence of the proton quantum tunneling at kinetic phenomena in proton semiconductors and dielectrics	46
К.Э. Онаркулов, А.И. Зокиров Эффект аномального фотонапряжения в полупроводниковых поликристаллических структурах типа A ^{II} B ^{VI}	49
N.E. Alimov, J.V. Vaitkus, S.M. Otajonov Effect of surface recombination on the photoconductivity of CdTe nanocrystalline films with deep impurity levels	51

З. Хайдаров, Б.З. Хайдаров	
Исследование фотографического процесса в газоразрядной ячейке	54
А.И. Зокиров, А.Ж. Кайнарбай, К.Э. Онаркулов, С.М. Зайнолобидинова	
Исследование фотоэлектрических свойств пленочных структур CdTe	57
Н.К. Касмамытов, А.Ж. Календеров, К.М. Макаева, К.А. Ласанху	
Технология, структура и свойства высоковольтной фарфоровой керамики на основе сырья месторождений Кыргызской Республики	59
С.К. Тлеукенов, А.Б.Төлегенова, В.Л.Пазынин	
Генерация ТМ волн на границе кристалла класса 4m2 с магнитоэлектрическим эффектом волной те поляризации	60
И.Н. Муллагалиев, Т.Р. Салихов, Р.Б. Салихов	
Фототранзисторы на основе тонких пленок производных фуллерена со светочувствительным веществом	62
Д.Н. Какимжанов, Б.К. Рахадиллов, Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко	
Влияние импульсно-плазменной на трибоэлектрические свойства детонационных покрытия на основе Cr ₃ C ₂ -NiCr	63
А.Р. Курбангулов, Н.Н. Биккулова, Г.Р. Акманова, А.Х. Кутов	
Фазовые переходы в теллуридах меди	65
С.К. Тлеукенов	
Метод матрицанта. Единое описание упругих и Электромагнитных волновых процессов в анизотропных средах	68
А.К. Утениязов, Т.Сапарбаев, Э.С. Есенбаева, М.Т.Нсанбаев	
Вольтамперная характеристика структуры Al-Al ₂ O ₃ -pCdTe-Мо в прямом направлении тока	69
А.Р. Курбангулов, Н.Н. Биккулова, Д.И. Сафаргалиев, Г.Р. Акманова, А.Х. Кутов	
Расчет зонной структуры теллурида меди cu _{1,75} te в макро- и наносостоянии	72
Д.И. Сафаргалиев, А.Д. Давлетшина, Н.Н. Биккулова, Г.Р. Акманова, И.И. Ганеев	
Зонная структура соединений CuCrX ₂ (X = S, Se)	75
Д.И. Сафаргалиев, А.Д. Давлетшина, Н.Н. Биккулова, Г.Р. Акманова, Д.В. Насибуллин	
Химическая связь в соединениях CuCrX ₂ (X = S, Se)	76
D.Khajibaev, K.Nurimbetov, B.Ya.Yavidov	
On thickness dependence of T _c OF La _{2-x} Sr _x CuO ₄ films	78
A. Jalekeshov, K. Nurimbetov, B. Ya.Yavidov	
On doping dependence of T _c and $\partial T_c / \partial p_i$ (i = a, b, c) of cuprates	81

СЕКЦИЯ 3. ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ, МОДИФИКАЦИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

А.Ж. Миниязов, Е.А. Кожухметов, М.К. Скаков, Т.Р. Туленбергенов, И.А. Соколов	
Деградация структуры и свойств карбидных поверхностных слоев вольфрама в условиях плазменного воздействия	84
Д.Р. Байжан, А.Ж.Жасулан, Ж.Б.Сагдолдина, К.Д. Орманбеков, Д.Б. Буйткенов, Р.К. Кусаинов	
Микродуговое окисление титана в электролит-суспензиях	87
Б.М. Ахметгалиев, К.С.Назаров, М.Х. Балапанов, К.А. Кутербеков, Р.Х. Ишембетов, М.М. Кубенова	
Исследование фазовых переходов в нанокристаллических сульфидах меди Li _x Cu _{2-x} S (x=0.10, 0.16, 0.18) методом дифференциальной сканирующей калориметрии	89
М.И. Маркевич., Д.Ж. Асанов	
Воздействие лазерного излучения на фотомагнитные материалы на основе кремния легированного примесями	91
Б.К. Рахадиллов, Д.Р. Байжан, Н.Е. Бердімуратов, Р.С. Кожанова, З.А. Сатбаева, Л.Б. Баятанова	

Структурно-фазовое состояние среднеуглеродистых сталей после электролитно-плазменной обработки	94
Б.К. Рахадиллов, Н. Мұқтанова, А.Е. Кусайнов, Д.Н. Кәкімжанов Получение износостойкого покрытия WC-10Co-4Cr методом высокоскоростного газопламенного напыления	97
Д.Б. Бұйткенов, А.Б. Нәбиолдина, Н.М. Магазов, Ж.С. Тұрар Получение многослойных металлокерамических покрытий методом детонационного напыления	100
С.К. Тлеукиенов, М.С. Токашева, В.Л. Пазынин Возбуждение волн ТЕ поляризации на границе моноклинного кристалла при отражении ТМ волн	103
Қ.Ә. Қонысов, А.Е. Садыкова, А. Аужанова, Н.Х. Ибраев TiO ₂ /rGO/Ag нанокөмпозитінің фотокаталитикалық белсенділігін бояғышты фотодеградациялау әдісімен зерттеу	104
Д.К. Ескермесов, Е.Е. Табиева, З.Е. Арингожина, С.А. Пазылбек, Ж.Т. Төлеуханова Морфология поверхности и физико-механические свойства Ni-Cr-Al покрытий полученных детонационным распылением при импульсно-плазменной обработке	107

СЕКЦИЯ 4. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

Р.Б. Салихов, А.Д. Остальцова, Т.Р. Салихов Полимерные тонкопленочные химические сенсоры	110
S. Pazylbek, A. Kareiva, T. Nurakhmetov, D. Karoblis, D. Vistorskaja A. Zarkov Novel co-substituted yttrium gallium garnets	112
Т.И. Шарипов, Д.Ш. Кудояров, Р.Р. Гарафутдинов, И.Н. Сафаргалин Электропроводность специфических олигонуклеотидов	112
Т.Т. Юмалин, Р.Б. Салихов Тонкопленочные структуры на основе углеродных нанотрубок в составе эпоксидных смесей	115
К.С. Рожкова, А.К. Аймуханов, К.Т. Абдрахман, А.М. Абдигалиева Влияние среды на морфологию полимера PEDOT:PSS	118
И.Н. Сафаргалин, Р.Б. Салихов Тонкие пленки новых производных пани и влияние морфологии на их свойства	120
Д.А. Толеков, Д.Ш. Кудояров, Р.З. Бахтизин, Т.Н. Нурахметов, Т.И. Шарипов Изучение биомолекул с помощью сканирующей зондовой микроскопии	122
Д.А. Темирбаева, Н.Х. Ибраев Ag және Au Плазмондық нанобөлшектерінің ксантен бояғышының люминесценттік қасиеттеріне әсері	124
А.Б. Демесбек, А.С. Кенжебекова, Д.Р. Ташкеев, А.А. Баратова Исследование фрактальных свойств морфологических изменений тканей в нанометровом масштабе	126
Г.Е. Сагаева, А.А. Баратова, А. Мирзо, Р.К. Ниязбекова, Д. М. Шарифов, Ж. А. Бегайдарова, А. А. Абдигапар, Ж. Сыздыкова Исследование спектрофотометрических и люминесцентных свойств образцов углеродных нанокөмпозитных полимерных материалов	129
Э.Ж. Алихайдарова, Н.Х. Ибраев, Е.В. Селиверстова Влияние локализованного плазмонного резонанса металлических наночастиц на структурные, оптические и оптоэлектронные свойства пленок оксида графена	132
N.Kh. Ibrayev, E.V. Seliverstova Plasmon-induced photophysical processes in molecular media	134
Б.М. Сатанова, Г. Ә.Қаптағай, Ф.У. Абуова Күшті электронды корреляциясы бар гибриді графен-оксидті 2d материалдар	138
Д.Т. Жеңіс, А.Б. Құманова, М.Ш. Салауатова Ядролық медицинаның қазіргі кездегі мүмкіндіктері және болашағы	140
А.Е. Канапина, Н.Х. Ибраев, Е.В. Селиверстова, А.А. Ищенко Влияние плазмонного резонанса наночастиц металлов на внутримолекулярные электронные переходы в молекулах полиметиновых красителей различной ионности	142

А.Н. Мочалов, Д.Ш. Кудояров, Т.И. Шарипов Современное состояние исследований олигонуклеотидов методами зондовой микроскопии	145
Г.С. Аманжолова, Н.Х. Ибраев, Е.В. Селиверстова S, N- еңгізілген көміртекті нүктелердің плазмон-күшейтілген люминесценциясы	146
А.С. Ахметова, А.Ж. Қайнарбай, Д.Х. Дауренбеков, Б.Н. Юсупбекова, А.К. Оспанова, Б.Ә. Дүйсенбай Влияние длин лиганд на формирование и рост нанопластин теллурида кадмия	149
Д.М. Шарифов, Р.К. Ниязбекова, Г.М. Мухамбетов, В.Н. Михалченко, Ж.А. Бегайдарова, М.А. Серекпаева Технология получения и перспективы развития нанокompозитных материалов на полимерной основе	152
У. М. Кабылбекова, Г. И. Мухамедрахимова, К. У. Мухамедрахимов Принцип использования квантовых точек для диагностики и лечения злокачественных опухолей	155

СЕКЦИЯ 5. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А. С. Ногай, А.А. Ногай, А.А. Буш, Д.Е. Ускенбаев, А.Б. Утегулов Проблемы повышения эффективности натрий ионных аккумуляторных батарей и пути их решения	159
А.А. Ногай, А.А. Буш Способы повышения параметров пьезоэлектрических генераторов путем модификации пьезоэлектрической керамики	162
Е.А. Кожаметов, А.Ж. Миниязов, А.С. Уркунбай Микроструктурная стабильность двухфазного (O+B2) сплава системы Ti-25Al-25Nb (АТ.%) в процессе термоциклирования в среде водорода	165
Н. В. Ермилов, Н. Н. Биккулова Скрининг перспективных термоэлектрических халькогенидов	168
Т.М. Сериков, Е.В. Селиверстова, А.Е. Садыкова, Қ. Қонысов, Н.Х. Ибраев Влияние наночастиц серебра на фотокаталитическую активность нанокompозита TiO ₂ /rGO	169
Д.Д.Айдарова, Г.Т. Бейсембаева, Т.М. Сериков, А.С. Балтабеков Влияние удельной поверхности нанотрубок TiO ₂ на ее фотокаталитическую активность	171

СЕКЦИЯ 6. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Н.И.Темиркулова, А.Ә.Мырзақұлов Ускоренное обучение элементам математического анализа в курсе физики средней школы	174
С. Нұрқасымова., А.Б.Жаныс Самостоятельная работа студентов как средство повышения эффективности учебной деятельности по физике	177
Б.Е. Рахымбаева, Г.М. Аралбаева, Р.Н. Сулеймен, М.Р. Кушербаева Физика пәнінен сапалы есептерді шығару арқылы орта буын оқушыларының сыни ойлауын дамыту	179
Г.Е.Сагындыкова, П.У.Баймишова Физика мен медицинаның интерграциясы негізінде оқушылардың қызығушылығын дамыту	182
Э.К.Кожабекова, Ж.К.Ермекова Физика пәнін музыкамен байланыстырып оқыту жүйесі	185
Ж. К. Ермекова, Р. Серікбол, Н. Муграж, А. Омеркулов, Д. Саяхат Болашақ физика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілік деңгейін арттыру жолдары	187

Осымен, күміс және алтын НБ жақын өрісінде эозин молекуласының флуоресценция қарқындылығының жоғарылауы байқалады. Магнетрондық шашырау әдісімен алынған күміс аралдық қабыршақ бетінде эозин флуоресценциясының қарқындылығының өсу коэффициенті алтын аралдық қабыршақ бетіндегімен салыстырғанда 4 есе дерлік жоғары екендігі анықталды. Күміс аралдық қабыршақ бетінде бояғыштың ұзақ мерзімді люминесценциясының қарқындылығы да артады, ол алтын НБ болған кезде байқалмайды. Күміс және алтын НБ бетінде бояғыштың флуоресценцияның және ұзақ мерзімді люминесценциясының өмір сүру ұзақтылығының төмендеуі тіркелді. Алынған деректер эозин молекулаларының металл аралдық қабыршақтар бетінде S_1 және T_1 күйлерінің ыдырау жылдамдығының жоғарылауын көрсетеді.

Күмісте жоғарылау жиілікте орналасқан зона аралық ауысулар үшін алтынның плазмоникалық қасиеттері күміспен салыстырғанда төмендеу болып табылады [2]. Сондықтан алтын плазмондық сипаттамаларға аз дәрежеде әсер етеді. Бірақ алтын нанобөлшектері сыртқы әсерлерге ең төзімді және биологиялық үйлесімді, сондықтан алтын нанобөлшектері де плазмондық материал ретінде кеңінен қолданылады.

Әдебиетер:

1. Temirbayeva D., Ibrayev N., Kucherenko M. Distance dependence of plasmon-enhanced fluorescence and delayed luminescence of molecular planar nanostructures // Journal of Luminescence. – 2022. – Vol. 243. – P. 118642. – мақала.
2. Вартанян Т.А. Основы физики металлических наноструктур. Учебное пособие, курс лекций. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 133 с. – кітап.

УДК 620.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ТКАНЕЙ В НАНОМЕТРОВОМ МАСШТАБЕ

А.Б. Демесбек, А.С. Кенжебекова, Д.Р. Ташкеев, А.А. Баратова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва, г. Астана, Казахстан

Одним из активно развивающихся в настоящее время направлений нанотехнологии является нанобиотехнология, включающая биомедицинское применение наноразмерных систем [1]. При этом, взаимодействие наноматериалов размерами от 1 до 1000 нм с биологическими системами на молекулярном уровне предоставляет большие возможности при обнаружении, диагностике, лечении онкологических заболеваний [2]. Такие открывающиеся перспективы привели к образованию совершенно новой области исследования-наноонкологии с использованием наночастиц как нового метода таргентного воздействия, повышающего эффективность и снижающего токсичность как существующих, так и новых противоопухолевых препаратов. Возможность применения наночастиц разрабатывается также для визуализации опухолевидных образований *in vivo*, бимолекулярного создания профилей биомаркеров опухолевого роста и таргентной доставки препаратов. В частности, для моделирования строения тканей и органов, их визуализации, а также анализа различных видов изображений морфологии на наноуровне успешно применяются методы фрактального анализа [3].

В настоящей работе приведены результаты анализа изображений позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) в аксиальной проекции посредством метода фрактального анализа. Изображения были получены с использованием [^{18}F] FLT - радиоактивного индикатора 3'-фтор-3'-дезокситимидина, который используется как альтернатива [^{18}F] FDG для выявления опухолей с высокой скоростью пролиферации. Это аналог тимидина, который фосфорилируется ферментом тимидинкиназой I в монофосфат [^{18}F] FLT, улавливая радиоактивность внутри клеток. Этот фермент участвует в синтезе дезоксирибонуклеиновой

кислоты (ДНК) и проявляет высокую активность в S-фазе (синтезе) клеточного цикла. Таким образом, накопление [¹⁸F] FLT отражает скорость пролиферации клеток.

На рисунке 1 представлены сканы срезов ПЭТ изображений ткани с опухолевидными новообразованиями (а), здоровой ткани (б), и сканы этих же срезов, совмещенные с КТ (компьютерная томография) с опухолевидными новообразованиями (в), здоровой ткани (г). Как видно из рисунка 1 (а, в) видно присутствие небольшого очага поражения, его локализацию и конкретное местоположение и размеры.

На графиках зависимостей обобщенных фрактальных размерностей D_q на рисунке 2 заметна разница значений для ткани с пораженными участками (изображение 1), для здоровой ткани (изображение 2), в которой не наблюдается очагов поражения, кривая стремится к значению евклидовой размерности – 2, что говорит о том, что ткань является однородной, гомогенной без выраженных участков поражения, в то время как для изображения 1 график имеет уже значительный разброс в значениях фрактальных размерностей, причем это различие ярко проявляется при отрицательных значениях q .

Значения величины q варьировались в пределах от -10 до 10 с шагом 2. Величина q , являясь параметром самоорганизации, характеризует плотность мультифрактальной структуры.

Мультифрактальный анализ позволил определить также функции мультифрактального спектра $f(\alpha)$ от величины управляющего параметра самоорганизации q . Величина $f(\alpha)$ называется функцией мультифрактального спектра.

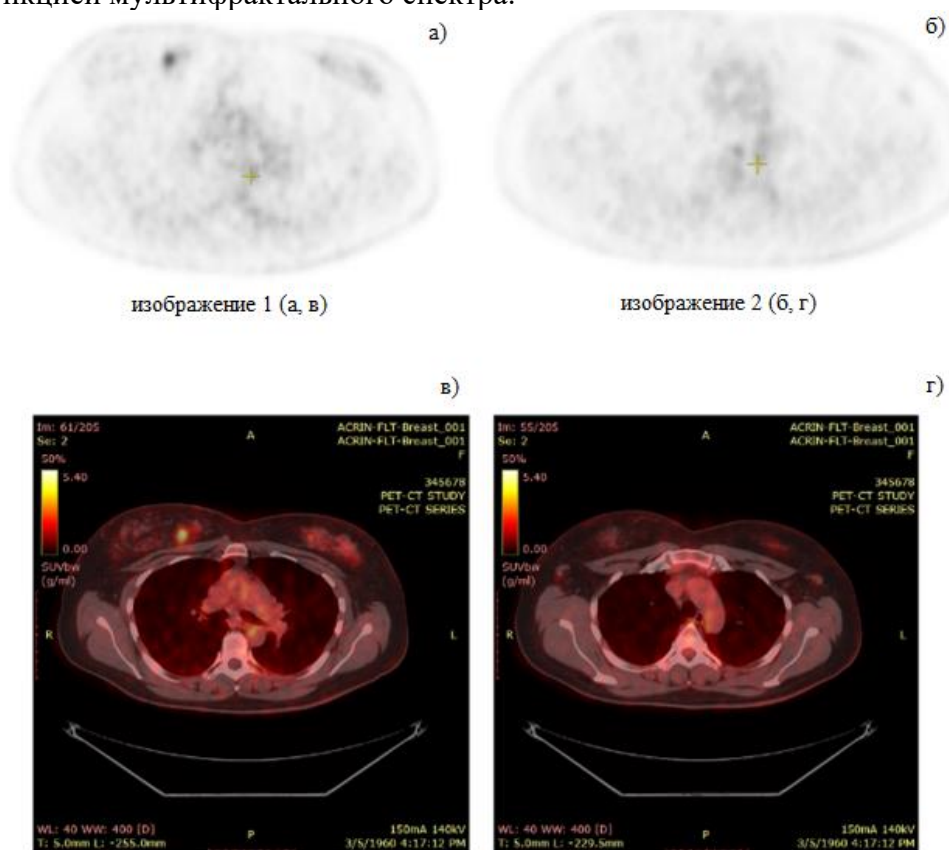


Рисунок 1 – ПЭТ изображения ткани с опухолевидными новообразованиями (а), здоровой ткани (б), ПЭТ/КТ изображения с опухолевидными новообразованиями (в), здоровой ткани (г).

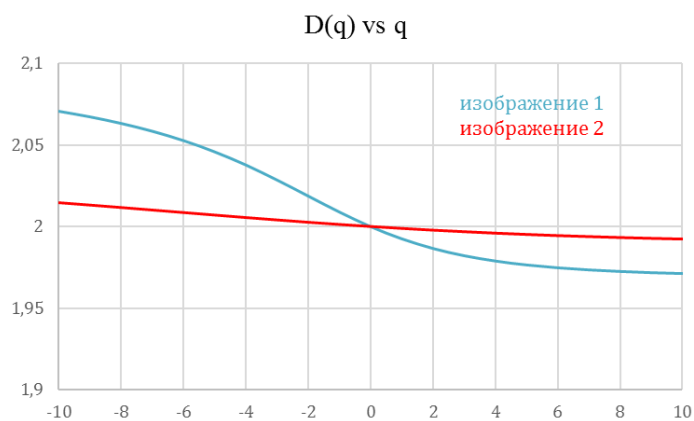


Рисунок 2 – Зависимости обобщенных фрактальных размерностей двух разных срезов для ткани с опухолевыми новообразованиями (изображение 1), для здоровой ткани (изображение 2).

На рисунке 3 можно наглядно отметить различия в кривых функции мультифрактального спектра $f(\alpha)$, спектр изображения 1, содержащего в себе очаг новообразования, шире и длиннее, чем спектр изображения 2, в котором не наблюдается таких очагов.

Физический смысл функции $f(\alpha)$ заключается в том, что она представляет собой хаусдорфову размерность некоего однородного фрактального подмножества из исходного множества, которое характеризуется одинаковыми вероятностями заполнения ячеек.

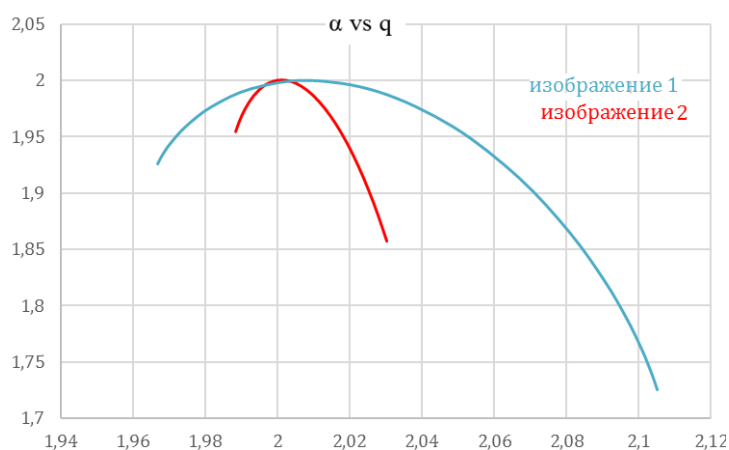


Рисунок 3 – Семейства кривых функции мультифрактального спектра $f(\alpha)$ размерностей двух разных срезов для ткани с опухолевыми новообразованиями (изображение 1), для здоровой ткани (изображение 2).

Это говорит о том, что наличие пораженных участков нарушает однородность распределения и накопления радиофармпрепарата, и как следствие, однородность получаемого изображения. Для среза на изображении 1 характерно мультифрактальное поведение. Наличие дробной размерности, меньшей размерности пространства, в котором исследуется система, также говорит о том, что рассматриваемая структура фрактальна.

Таким образом, проведенные исследования показали, что существует зависимость между диагностической точностью расчета фрактальной размерности и размером изображения, которое исследуется. Также в работе показан потенциал применимости фрактального анализа как морфологической характеристики нерегулярных структур опухолей, принимая во внимание то, что фрактальная геометрия дает хорошую теоретическую базу для изучения и моделирования нерегулярных структур.

Литература

1. Ampilova N., Soloviev N. Application of fractal analysis methods to images obtained by crystallization modified by an additive // Journal of Measurements in Engineering. - 2019. - Vol. 7. - Issue 53. -P. 48-57.
2. Jain K. Nanotechnology in clinical laboratory diagnostics // Journal of Measurements in Engineering. – 2005. - Vol. 358.- P. 37-54.
3. Ампилова Н., Куликов Е., Сергеев В., Соловьев И. Методы фрактального анализа в исследовании изображений биомедицинских препаратов. // Дифференциальные уравнения и процессы управления. – 2018. - Vol. 1.- P. 109-125.

УДК 678.5

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Г.Е. Сатаева¹, А.А. Баратова¹, А. Мирзо², Р.К. Ниязбекова³, Д. М. Шарифов¹,
Ж. А. Бегайдарова³, А. А. Абдигапар¹, Ж. Сыздыкова¹

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва, г. Астана, Казахстан

²Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Таджикистан

³Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

Углеродные нанокompозитные полимерные материалы (УНПМ) представляют собой полимеры, наполненные углеродными наночастицами, взаимодействующими с полимерной матрицей не на макро- (как в случае с композиционными материалами), а на молекулярном уровне.

В настоящей работе приводятся некоторые результаты спектрофотометрических и люминесцентных свойств УПМ на основе двух наиболее распространённых полимеров: полиметилметакрилата (ПММА) и полиэтилена низкой плотности (ПЭНП). В качестве армирующих нанодобавок использовались углеродные наночастицы разных типов: фуллерены C_{60} и C_{70} , многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ), наноалмаз (ND). Массовая концентрация добавленных углеродных наночастиц варьировалась от 0,1 до 10%.

Как правило, спектрофотометрические исследования базируются на измерении спектров пропускания, поглощения и рассеяния (или отражения) света веществом в оптическом диапазоне, т.е. в области ультрафиолетовых, видимых и инфракрасных длин волн. В зависимости от характера взаимодействия оптического излучения (энергетической характеристики) с исследуемым образцом, способов и методов измерения подбираются соответствующие спектрофотометрические приборы.

Экспериментальные исследования спектров поглощения и пропускания исследуемых образцов проводились на базе современного автоматизированного двухлучевого спектрофотометра SPECORD 250 PLUS (компания Analytik Jena, Германия) с варьруемой величиной оптического разрешения и двойным монохроматором для образцов с высоким уровнем поглощения и повышенной величиной фонового излучения. Спектрофотометр SPECORD 250 PLUS полностью автоматизирован с компьютером, при этом с помощью программного обеспечения WinASPECT осуществляется полный контроль экспериментального процесса: сбор и хранение данных (в табличном и графическом виде) их обработка, передача и конвертация.

Исследования люминесцентных свойств исследуемых образцов проводились на базе спектрофлуориметра CM-2203. Основные типы исследуемых образцов в соответствии с процентными содержаниями углеродных наночастиц, а также некоторые основные технические характеристики спектрофотометра SPECORD 250 PLUS приведены в таблице 1.