

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»  
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIX Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS  
of the XIX International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024  
Астана**

**УДК 001**

**ББК 72**

**G99**

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-7697-07-5**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001**

**ББК 72**

**G99**

**ISBN 978-601-7697-07-5**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2024**

8. Kobayashi, H.; Shibata, H.; Eguchi, H.; Satoh, M.; Etoh, M.; Takebe, M.; Abe, K. Deterioration of photo-stimulated luminescence signals from materials by radiation. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B 2000, 164–165, P. 938–943.
9. Popov, A.I.; Zimmermann, J.; McIntyre, G.J.; Wilkinson, C. Photostimulated luminescence properties of neutron image plates. Opt. Mater. 2016, 59, P. 83–86.
10. Golovin, D.O.; Mirfayzi, S.R.; Shokita, S.; Abe, Y.; Lan, Z.; Arikawa, Y.; Morace, A.; Pikuz, T.A.; Yogo, A. Calibration of imaging plates sensitivity to high energy photons and ions for laser-plasma interaction sources. JINST 2021, 16, T02005.
11. Horst A., Joachim D., Sigrid J.-B., Manfred S. Radiation Exposure and Image Quality in X-Ray Diagnostic Radiology // Phys. Princ. and Clinical App. Vol.2. 2012. P. 30.

УДК 538.91, 539.21

## **CDSE КВАНТТЫҚ НҮКТЕЛЕРІНІҢ СПЕКТРЛІК-ЛЮМИНЕСЦЕНТТІК ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ПОЛИМЕРЛІК МАТРИЦАДАҒЫ ДИНАМИКАСЫ**

Сәрсенова Зарина Нұрсұлтанқызы  
[zarinasarsenova315@gmail.com](mailto:zarinasarsenova315@gmail.com)

4 курс студенті, техникалық физика кафедрасы, физика техникалық факультеті, Л.Н. Гумилева ат. Еуразия ұлттық университеті, Астана.  
 Ғылыми жетекші: Қайнарбай Асет Жұмабекұлы

**Кіріспе.** CdSe кванттық нүктелері-бірегей оптикалық қасиеттері бар жартылай өткізгіш қасиеттері бар нанокұрылымдар. Олардың мөлшері мен кванттық нүктелердің пішіні мұқият бақылануы мүмкін, бұл белгілі бір энергия деңгейлері мен спектрлік сипаттамаларға мүмкіндік береді. CdSe кванттық нүктелерін полимерлі матрицалармен біріктіру Оптоэлектроника, күн батареялары және биомедицина сияқты әртүрлі салаларда қолданылатын жақсартылған оптикалық қасиеттері бар жаңа материалдарды жасаудың үлкен әлеуетін білдіреді. Алайда, айтарлықтай зерттеулерге қарамастан, полимер матрицасындағы CdSe кванттық нүктелерінің спектрлік-люминесценттік қасиеттерінің динамикасы әлі де жақсы түсінілмеген аймақ болып қала береді. Бұл динамиканы түсіну оптикалық қасиеттері жақсартылған жаңа материалдарды оңтайландыру және дамыту үшін маңызды. Атап айтқанда, мұндай жүйелердегі люминесценцияның уақытша сипаттамаларын және зарядты тасымалдау процестерін зерттеу олардың ішінде болып жатқан физикалық процестер туралы тереңірек түсінік алуға мүмкіндік береді.

Осы уақытқа дейін қатты күйдегі матрицадағы кадмий селенидінің кванттық нүктелерінің қасиеттері толық зерттелмеген. Кеңістіктік реттелген нанокұрылымдарға имобилизацияланған кванттық нүктелердің қасиеттерін зерттеу ерекше қызығушылық тудырады. Мұндай жүйелерге оптоэлектрондық құрылғыларда, атап айтқанда лазерлер үшін белсенді орта ретінде перспективалық қолдану табылуы мүмкін. Кванттық нүктелердегі лазерлердің басты артықшылығы-жоғары температуралық тұрақтылық. Кеңістіктік реттілікті көрсететін перспективалық матрица сұйық кристалды (СК) полимерлі матрица болып табылады. СК полимерлері-бұл белгілі бір жағдайларда (температура, қысым, ерітіндідегі концентрация) СК күйіне өтуге қабілетті жоғары молекулалық қосылыстар. Полимерлердің СК күйлері аморфты және кристалды күй арасындағы аралық орынды алатын тепе-теңдік фазалық күй болып табылады, сондықтан оны жиі мезоморфты немесе мезофаза деп те атайды.

**Зерттеу нысандары:** Бұл жұмыста бұрын жоғары температурадағы металлоорганикалық синтез арқылы алынған CdSe/ZnS ядро/қабық типті гидрофобты сфералық КН негізіндегі модель маркерлері зерттелді. Синтезделген нанокристалдар беттік белсенді триоктилфосфин оксиді молекулаларының қабатымен қапталған, еріткіш ретінде бізде гексан пайдаланылды. Қолданылған CdSe/ZnS КН ядросының диаметрі 2,5 нм (жасыл аймақтағы люминесценция) және 5 нм (қызыл аймақтағы люминесценция) болды.



**Зерттеу жұмысының мақсаты:** CdSe кванттық нүктелерінің спектрлік люминесценттік қасиеттерінің полимерлік матрицадағы динамикасын зерттеу, полимер матрицасындағы CdSe кванттық нүктелерімен болатын процестерді және олардың өзара әрекеттесуін терең түсіну және олардың оптикалық қасиеттеріне әсер ететін факторларды анықтау.

Сурет 1. CdSe кванттық нүктелердің үлгісі.

Жұмыстың өзектілігі кадмий селенидінің кванттық нүктелерін (КТ) фотоника, молекулалық электроника және биомедицинаның жаңа құрылғыларын, аспаптары мен технологияларын жасау үшін қолданудың кең мүмкіндіктеріне байланысты. Бұл спектрдің көрінетін және жақын инфрақызыл диапазонында тиімді фотолюминесценцияға (ФЛ) ие болу үшін КН қасиетін пайдаланады. КН жолағының орналасуы мен қарқындылығы КН өлшеміне және олардың беткі қабатына байланысты екені белгілі. КН сұйық ерітінді немесе қатты күйдегі матрица болсын, қоршаған ортамен әрекеттесе алатындықтан, молекулалық ортаның олардың оптикалық қасиеттеріне әсерін зерттеу міндеті тұр.

#### **CdSe және полимер матрицасының кванттық нүктелерін таңдау негіздемесі**

CdSe кванттық нүктелері мен полимер матрицасын таңдауды негіздеу мұндай жүйедегі спектрлік-люминесценттік қасиеттер динамикасы туралы зерттеудің маңыздылығын түсіну үшін маңызды. Міне, осы материалдарды таңдаудың негіздемесінің мысалы:

#### **CdSe кванттық нүктелері:**

- CdSe кванттық нүктелері (кадмийселенид) - бірегей оптикалық қасиеттері бар жартылай өткізгіш нанобөлшектер. Кванттық нүктелердің мөлшері мен пішіні мұқият бақылануы мүмкін, бұл олардың оптикалық қасиеттерін кең ауқымда реттеуге мүмкіндік береді. CdSe кең диапазонға ие, бұл оның көрінетін және жақын инфрақызыл диапазондарда тиімді люминесценция қабілетін анықтайды. Сонымен қатар, CdSe кванттық нүктелер үшін ең көп таралған материалдардың бірі болып табылады, ол салыстыру және талдау үшін кең әдебиеттер мен эксперименттік мәліметтер базасын ұсынады.

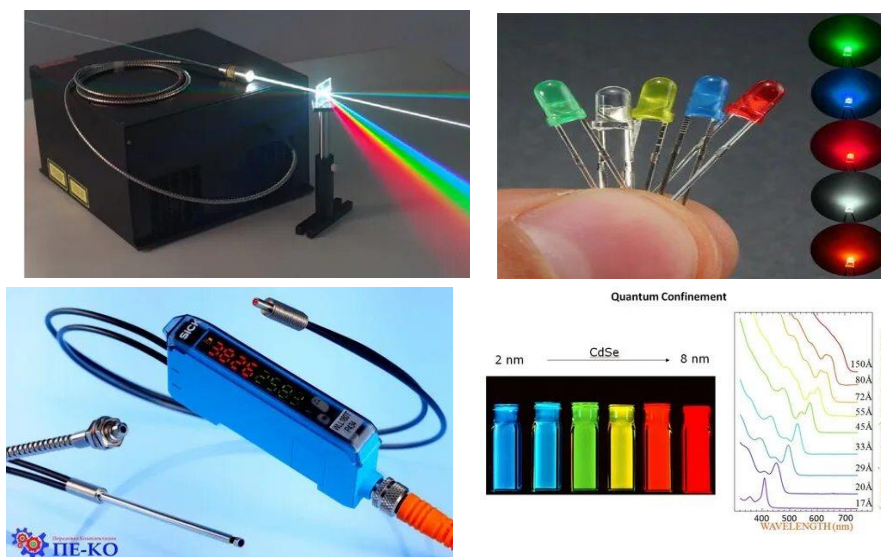
#### **Полимер матрицасы:**

- Полимер матрицасын кванттық нүктелермен бірге қолданудың бірнеше артықшылығы бар. Полимерлер жеңіл, икемді және арзан, химиялық тұрақтылығы жоғары материалдар. Олар кванттық нүктелерді қоршаған ортадан тиімді қорғауды қамтамасыз етеді, олардың деградациясына жол бермейді және олардың тұрақтылығын жақсартады. Сонымен қатар, полимерлер кванттық нүктелердің өлшемдері мен дисперсиясын оңай реттеуге және полимер матрицасындағы үйлесімділік пен тұрақтылықты жақсарту үшін олардың бетін функционалдандыруға мүмкіндік береді. Полимерлі матрицалар сонымен қатар жарықдиодты шамдар, күн панельдері, биомедициналық диагностика және оптоэлектроника технологиялары сияқты қосымшалар саласында жоғары перспективаға ие.

#### **CdSe кванттық нүктелерінің қолданысы:**

Коллоидты кадмий селенидінің (CdSe) фотолюминесценция (PL) және кванттық нүктелік электролюминесценция (КТ) сәулеленуін нанокристалдардың мөлшерін реттеу арқылы толқын ұзындығынан 450 нм-ден 650 нм-ге дейінгі көрінетін спектрде реттеуге болады. Бұл әмбебаптық фотонды құрылғыларда CdSe кванттық нүктелерінің көптеген ықтимал қолданылуын ашады, мысалы:

- түсті дисплейлерге арналған эмитенттер
- жарық шығаратын диодтарға арналған түс модификаторлары (LED)
- 4,5 талшықты-оптикалық күшейткіштер
- Төмен шекті лазерлер
- өздігінен құрастырылатын фотонды сфералық матрицалар
- полимер негізіндегі фотоэлектрлік элементтер
- оптикалық температура датчиктері
- химиялық датчиктер
- жоғары жылдамдықты сигналды өңдеу сүзгілері.



Сурет.2. CdSe кванттық нүктелерінің қолданысы

CdSe кванттық нүктелері биомедициналық бейнелеу саласындағы өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыру үшін де сатылымда. Антиденелермен КН конъюгациясы биомаркерлерді алуға мүмкіндік береді. Биоүйлесімділік, қозу мен сүзудің қарапайымдылығы және фото тұрақтылық тұрғысынан дәстүрлі органикалық флуоресцентті белгілермен бәсекелеседі.

Дәстүрлі органикалық флуоресцентті бояғыштармен немесе жетілген жартылай өткізгіш эмитенттермен бәсекелесе алатын штепсельдері немесе кілттері бар кванттық нүктелерді синтездеу өте қиын міндет. Алайда, қазіргі уақытта кванттық нүктелер нанокристалдардың өсуін мұқият бақылауға негізделген реттелетін тар сәулелену тұрғысынан осы жетілген материалдардан асып түсуі мүмкін.

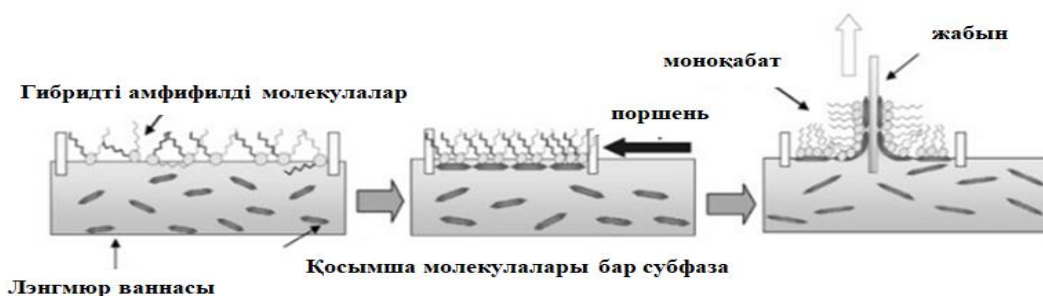
Кванттық нүктелердің бірегей оптикалық қасиеттерін өткізгіш полимерлердің электрлік қасиеттерімен үйлестіру балама фотондық құрылғылар үшін кванттық нүктелері бар полимерлі композиттерді алуға мүмкіндік береді. Әдетте, бұл полимер негізіндегі құрылғылардың құны мен тиімділігі олардың жартылай өткізгіш аналогтарына қарағанда айтарлықтай төмен болуы мүмкін, өйткені полимерлі пленкаларды өндірудің үнемді технологияларын үлкен көлемде пайдалануға болады. Бұл кванттық нүктелі полимерлі композиттерді анимациялық билбордтар, фотодетекторлар және газ датчиктері сияқты үлкен аумақты құрылғыларға жарамды етеді.

#### Матрицалардағы кванттық нүктелер

Жоғары монодисперсті КН алу қиын міндет болып табылады, оны әртүрлі орталарды: полимерлерді, сұйықтықтарды, әйнектерді және кристалдарды синтездеу үшін матрицалар ретінде пайдалану арқылы шешуге болады. Нанокристалдардың кеңістіктік орналасуын олардың пішіні мен бағытын реттеуді матрица құрамының жеке параметрлерін таңдау арқылы басқаруға болады.

Матрицалардың бірінші түріне цеолиттер жатады-микрокеуекті кристалды алюмосиликаттардың кең класы. Кеуекті құрылымының әртүрлі геометриясы бар материалдар тесіктердің ішіне нанобъектілерді орналастыруға мүмкіндік береді. Цеолиттерге орналастырылған зерттеулерге арналған алғашқы жұмыстардың бірі-авторлары Цеолиттерде екі түрлі типтегі PbS және CdS кластерлерін синтездеген жұмыс. Жұтылу спектрлері бойынша Алынған бөлшектердің мөлшеріне бағалау жүргізілді. Нәтижесінде нанобөлшектердің мөлшері цеолиттердің кеуектерінің өлшемдеріне сәйкес келді, ал шындығын қарқындылығы синтез жүретін жағдайларға байланысты болды.

Матрицадағы КН синтезінің тағы бір қызықты тәсілі-Лангмюр-Блоджетт әдісі (Сурет 1). Бұл әдісті қолдана отырып, жартылай өткізгіш нанокристалдармен ғана емес, сонымен қатар металл және органикалық бөлшектермен де жұқа пленкалар жасауға болады. Берілген қасиеттер кешені бар пленкаларды алу үшін әртүрлі КН типтері бар көп деңгейлі



қабаттар жасауға болады. Қайнатылған пленканы әрі қарай зерттеу үшін кез-келген субстратқа отырғызуға болады. Беткі қабаттың қалыңдығын дәл бақылау арқылы Лангмюр-Блоджетт әдісімен жоғары сапалы пленкалар алуға болады.

Сурет. 3. Лангмюр-Блоджетт әдісі бойынша пленка синтезінің схемасы.

Лангмюр-Блоджетт әдісін қолдана отырып, жартылай өткізгіш нанокристалдары бар пленкалар жасауға болады. Олардың синтез кезеңіндегі мөлшерін прекурсорлардың температурасы мен концентрациясын реттеу арқылы да басқаруға болады. Бір қызығы, субфаза тұтқырлығының жоғарылауымен нанокристалдардың өсуі тежеледі. Жабынның КН-ден субстрат бетіне одан әрі адгезиясы тік лифт немесе Лангмюр-Шеффер ("көлденең лифт") әдісімен жүзеге асырылуы мүмкін.

CdSe нанокристалдары көрінетін диапазонда сәуле шығаратындықтан, оларды пайдаланудың негізгі ықтимал жағдайлары күн панельдері мен дисплейлерді өндіру болып табылады. Осы қолданбалы тапсырмалар үшін жоғарыда сипатталған талаптардан басқа, қатты матрицаның ішінде КН алу қажет. Энергия үнемдеу жүйелерін дамыту перспективалары олардың негізінде жаңа наноқұрылымдар мен материалдарды іздеу және зерттеу қажеттілігімен байланысты. Осы саладағы соңғы әзірлемелердің бірінің мысалы ретінде полимерлі матрицалардағы КН негізіндегі жаңа флуоресцентті күн концентраторларына арналған жұмыс болуы мүмкін, олар бұрыннан бар жартылай өткізгіш фотоэлементтерге қосымша бола алады. Мұнда сипатталған нанокомпозиттік құрылымдарды қолданбалы пайдалану мүмкіндіктері қазіргі заманғы жаңа материалдарға деген қажеттілікті ерекше көрсетеді, бұл осы жұмыстың өзектілігін көрсетеді.

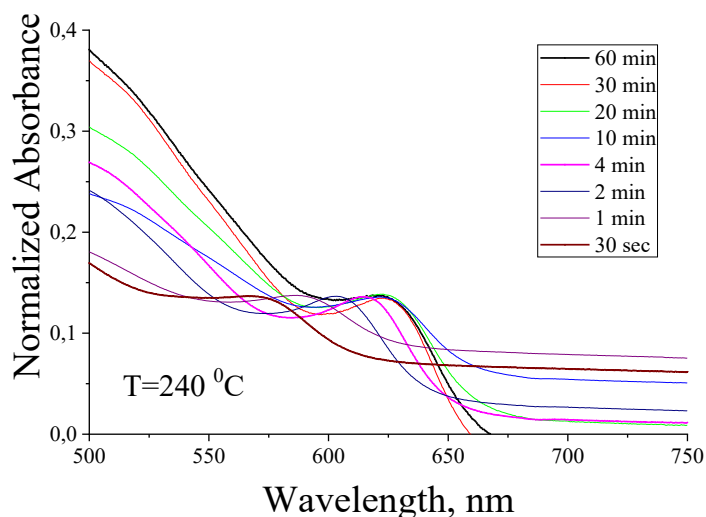
**Эксперименттік бөлім** Біз авторлардың әдістемесі бойынша толқын ұзындығы бақыланатын дайындалған ядролы-мультишеллді КН түсінің тазалығын жақсартуға назар аудардық. Біз олардың түс сапасы мен TOP көмегімен өсу жағдайлары арасындағы байланыс туралы жүйелі зерттеу жүргіздік. Оңтайлы жағдайларда көп түсті QD үшін FWHM мәні ZnS-тің 3 моноқабатын жапқаннан кейін де 25 және 28 нм аралығында сақталуы мүмкін және эмиссия толқын ұзындығы кең ауқымда дәл басқарылуы мүмкін. Сонымен қатар, TOP-тің негізгі – мульти-элементтік CdSe/ZnS QDs QY және FWHM мәнін

жақсартудағы әсері зерттелді. Осы зерттеуде алынған білім бізге TOP-көмекші әдіс механизмін жақсырақ түсінуге мүмкіндік берді.

Қолдану қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жоғары сапалы ядро/қабық КН дайындаудың көптеген әдістері әзірленді. Атап айтатын болсақ, дәйекті иондық қабаттың адсорбциясы және реакциясы (SILAR) ең көп қолданылатын әдіс. bySILAR әдісі, бұл қабықтың қалыңдығы артқан сайын QY төмендеуіне әкеледі.

Бұл жұмыста бізде: Кадмий оксиді (99,99%), селен ұнтағы (99,5% ұнтақ), күкірт (99,5%, ұнтақ), мырыш оксиді (99,99% ұнтақ), олеин қышқылы (ОА,90%), стеарин қышқылы (SA, 95%) Триоктилфосфин оксиді (ТОРО, 95%), три-н-октилфосфин (ТОР, 97%), 1-октадецен (ODE, 90%), октадециламин (ODA, 90%). Барлық химиялық заттар одан әрі тазартусыз алынған күйінде қолданылды.

CdSe ядро: Ең алдымен біз CdSe ядросын дайындап алу керек. Әдеттегі реакция үшін 25 мл үш мойынды колбадағы 0,2 ммоль CdO және 0,8 ммоль стеарин қышқылы қоспасы және 4,4 мл ODE түссіз мөлдір ерітінді алу үшін аргон атмосферада шамамен 180°C дейін 15мин қыздырылды. Бөлме температурасына дейін салқындатқаннан кейін колбаға 4,9 г ODA (ODA:Cd = 40:1) қосылды және аргон атмосферада 240°C дейін қыздырылды. Осы температурада 2 мл TOP ішінде 2 ммоль Se еріту арқылы дайындалған селен ерітіндісі жылдам енгізілді. Содан кейін өсу температурасы яғни өсу уақыты 5 минут бойы ұсталды. Осы әдіс бойынша алынған кванттық нуктелердің үлгісінің оптикалық жұту спектрі 4 суретте келтірілді.



Сурет 4 - CdSe кванттық нуктелердің үлгісінің оптикалық жұту спектрі

Ядро-қабық КН синтезі: 590 нм жоғары сапалы CdSe/ZnS өзегі-қабықшасы QD-де эмиссия шыңы бар CdSe/ZnS-қабық QD дайындау үшін әдеттегі TOP-көмектес процесс алдыңғы зерттеулерімізге сәйкес дайындалды. Синтез процесі графикалық түрде 1-сызбада көрсетілген. Типтік реакция үшін 2,5 мл гександарда ерітілген қызғылт сары түсті CdSe QD (диаметрі 3,7 нм,  $7,7 \times 10^{-5}$  ммоль бөлшектер) 0,8 г ODA және 4 араластырылды. 25 мл үш мойынды колбада 0 мл ODE. Колбаны бөлме температурасында механикалық сорғымен 30 минут бойы гександарды кетіру үшін және жүйеден қалған ауаны кетіру үшін тағы 10 минут бойы 100°C температурада сорды. Кейіннен жүйе аргон атмосферасына ауыстырылды және инъекциялар үшін 140°C дейін қыздырылды.

Буферлік қабаттың in-situ өсуі үшін активатор ретінде 0,4 мл TOP ерітіндісі енгізілді және реакция қоспасы одан әрі 200°C температурада 30 минут бойы ұсталды. Содан кейін 0,33 мл Zn ерітіндісі (0,1 M) енгізілді және 200°C температурада 20 минут бойы ұсталды.

Осыдан кейін, қосымша тазартусыз реакция температурасы 200°C-ден 180°C дейін төмендетілді. Содан кейін шприц арқылы реакциялық колбаға 0,33 мл Спрекурсор ерітіндісін құйып, ZnS сыртқы қабаттарының өсуі үшін температура дереу 220°C дейін

көтерілді. 60 минуттан кейін бірінші ZnS бір қабаты in-situ өсірілді, содан кейін температура 140°C дейін төмендеді.

0,4 мл жаңа ТОП ерітіндісін енгізгеннен кейін температура бірден 180°C дейін көтерілді. Zn және Se прекурсорлары (әрқайсысы 0,46 мл) екінші ZnS моноқабатының өсуі үшін 10 минут аралықпен реакция колбасына шприц арқылы дәйекті түрде қосылды.

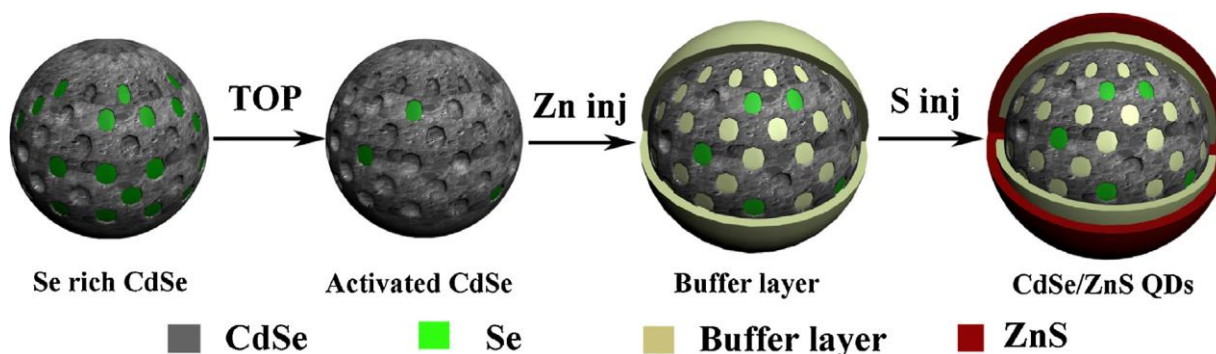


Схема 1. ТОП-көмектесетін әдіспен ядролы-мультишеллді CdSe/ZnS QD дайындау процесін бейнелейтін схемалық диаграммалар.

**Зерттеу нәтижесін талқылау** Қазіргі фотониканың өзекті мәселесі-әртүрлі матрицалардағы бір кванттық эмитенттің әрекетін зерттеу. Нақты міндет-осындай эмитенттер мен жергілікті орталардың өзара әсеріне эксперименттік және теориялық зерттеулер жүргізу. Бұл мәселені шешуде бірнеше соңғы басылымдарда көрсетілген белгілі бір прогреске қол жеткізілді.

КН осы объектілердің бірегей электрлік, магниттік, оптикалық, физика-химиялық және механикалық қасиеттерінің қалыптасуын қамтамасыз ететін беттік-көлемдік қатынасының күрт өсуімен және интерфейстік әсерлердің көрінісімен сипатталады. Сонымен қатар, қазіргі уақытта тәжірибелік әдістердің ешқайсысы КН бетінің морфологиясының да, «КН органикалық хромофорының» наноқұрылымдарының қалыптасу ерекшеліктерінің де жеткілікті түрде шешілген кеңістіктік визуализациясын қамтамасыз етпейді. Жартылай өткізгішті КН-нің ғылым мен техниканың әртүрлі салаларына жылдам ену себебі олардың бірегей оптикалық сипаттамаларында:

1. Тар симметриялық флуоресценция шыңы (органикалық бояғыштардан айырмашылығы), оның позициясы нанокристалдық өлшемді және оның құрамын таңдау арқылы басқарылады.
2. Бір сәулелену көзімен әртүрлі түсті нанокристалдарды қоздыру мүмкіндігін беретін кең қозу жолағы. Бұл артықшылық көп түсті кодтау жүйелерін жасау кезінде негізгі болып табылады.
3. Жоғары сөну мәнімен және жоғары кванттық шығыммен анықталатын жоғары флуоресценция жарықтығы (CdSe/ZnS QDs үшін – 70%-ға дейін);
4. Қуатты қоздыру көздерін пайдалануға мүмкіндік беретін ерекше жоғары фототұрақтылық.

Мұндай КН әртүрлі ассоциацияларды, гибридтерді, реттелген қабаттарды және т.б. құру үшін пайдаланылуы мүмкін, олардың негізінде электронды және оптоэлектрондық құрылғылардың элементтері, зондтар мен заттардың микрокөлемдерін талдауға арналған датчиктер, әртүрлі флуоресцентті, хемилюминесцентті және фотоэлектрохимиялық наноөлшемді сенсорлар құрастырылады.

#### **Қорытынды**

Қорытындылай келе, полимер матрицасындағы CdSe кванттық нүктелерінің спектрлік-люминесценттік қасиеттерінің динамикасын зерттеу келесі тұжырымдарды жасауға мүмкіндік береді:

CdSe кванттық нүктелерін полимер матрицасына қосу олардың жұтылу және эмиссия спектрі сияқты оптикалық қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі. Полимер матрицасы



жұтылу және люминесценция шыңдарының ауысымын тудыруы мүмкін және кванттық нүктелердің сәулелену тиімділігін өзгертуі мүмкін. CdSe кванттық нүктелерінің полимерлі молекулалармен өзара әрекеттесуі олардың фото тұрақтылығына және флуоресцентті сигналдың ұзақтығына әсер етуі мүмкін.

Полимер матрицасындағы CdSe кванттық нүктелерінің спектрлік-люминесценттік қасиеттерінің динамикасын зерттеу олардың оптикалық қасиеттерін түсіну және оңтайландыру үшін өте маңызды. Бұл оптикалық электроника, сенсорика және фотоэлектрика сияқты әртүрлі салаларда қолданылатын бақыланатын қасиеттері бар жаңа оптикалық материалдардың дамуына әкелуі мүмкін.

Полимер матрицасындағы CdSe кванттық нүктелерінің спектрлік-люминесценттік қасиеттерінің динамикасы кванттық нүктелер мен полимер арасындағы өзара әрекеттесудің күрделі жүйесі болып табылады.

### Пайдаланылған әдебиеттер

1. Диссертация К.А Магарян. «Спектрально-люминесцентные свойства нанокмполитов с квантовыми точками Cdse, выращенных в жидкокристаллической фазе алканоата кадмия». // «Московский педагогический государственный университет», 125 б. (2018).
2. P. Prabhakaran, W. J. Kim, K. S. Lee, P. N. Prasad, *Opt. Mat. Express*, 2, pp. 578-593 (2012)
3. Y. Shirasaki, G. J. Supran, M. G. Bawendi, V. Bulović, *Nature Photonics*, 7, pp. 13– 23, (2013)
4. Zhicai He, Chengmei Zhong, Shijian Su, et al., *Nature Photonics*, 6, pp. 591–595, (2012)
5. D. Selmarten , M. Jones , G. Rumbles, et al., *J. Phys. Chem. B*, 109, pp. 15927–15932, (2005)
6. V.I. Klimov, M.G. Bawendi. «Ultrafast Carrier Dynamics, Optical Amplification, and Lasing in Nanocrystal Quantum Dots». // *MRS Bull.*, vol. 26, p. 998 (2001).
7. A.P. Alivisatos «Perspectives on the physical chemistry of semiconductor nanocrystals». // *J. Phys. Chem.*, vol. 100, pp. 13226-13239.
8. T.A. Anikushina, M.G. Gladush, A.A. Gorshelev and A.V. Naumov, *Single-molecule spectromicroscopy: a route towards subwavelength refractometry*, *Faraday Discussions*, vol. 184, pp. 263-274, (2015).
9. N.A.Loizing et al., *Stochastic superflares of photoluminescence from a single microdiamond with germanium-vacancy color centers: A general phenomenon or a unique observation*, *Physical Review B*, vol.102, p.060301, (2020).
10. O. Carion et al., *Synthesis, encapsulation, purification and coupling of single quantum dots in phospholipid micelles for their use in cellular and in vivo imaging*, *Nature Protocols*, vol. 2, pp. 2383–2390, (2007).
11. Гапоненко С.В. Нанофотоника: состояние и перспективы // *Наука и инновации – 2009*. – Т. 71. - №1. – С. 14-16.
12. Von Borczyskowski K., Zenkevich E. // *Tuning Semiconducting and Metallic Quantum Dots: Spectroscopy and Dynamics* – 2017. - Pan Stanford Publishing Pte. Ltd., 398 p.