ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

$MAPbI_3$ PEROVSKIT KVANT NUQTALARNING XONA HARORATIDA SINTEZI HAMDA TOZALASH USULI

Norboyev Qodirbek Mardonqul o‘g‘li
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tayanch doktaranti
Tashpulatov Xurshid Shukorovich
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti professori, DSc
Toshpulatov Doston Tolmas o‘g‘li
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti assisenti, PhD
Normurodov Otajon Uktamovich
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tayanch doktaranti
Xursandov Jasurbek Muhammad o‘g‘li
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tayanch doktaranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada $MAPbI_3$ tarkibli perovskit kvant nuqtalarining xona haroratida ligandlar yordamida qayta cho‘ktirish usuli yordamida sintezi va tozalash usuli keng yoritilgan. Shuningdek, sintez qilingan hamda sintezdan keyin ma’lum erituvchilar ishtirokida tozalangan perovskit kvant nuqtalarini spektral xossalari tadqiq qilingan. $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari yutilish qirrasi 700 nm bo‘lib, emission maksimumi tadqiq qilinganda qizil fluoressensiya berishi kuzatildi. Sintez qilingan perovskit kvant nuqtalarni tozalashda maqbul antisolventlarni tanlash ularning xossalariga kuchli ta’sir qilishi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: $MAPbI_3$, kvant nuqtalar, antisolvent, ligandlar, LARP, spektr, barqarorlik.

Аннотация. В данной статье описывается синтез и очистка перовскитных квантовых точек, содержащих $MAPbI_3$, при комнатной температуре с использованием метода лиганд-опосредованного переосаждения (LARP). Также были изучены спектральные свойства синтезированных и очищенных перовскитных квантовых точек в присутствии определенных растворителей после синтеза Квантовые точки перовскита $MAPbI_3$ имеют край поглощения на длине волны 700 нм, и при исследовании максимума излучения было обнаружено, что они испускают красную флуоресценцию. Было установлено, что выбор оптимальных антирастворителей при очистке синтезированных перовскитных квантовых точек оказывает сильное влияние на их свойства.

Ключевые слова: $MAPbI_3$, квантовые точки, антирастворитель, лиганды, LARP, спектр, стабильность.

Abstract. This article describes the synthesis and purification of $MAPbI_3$-containing perovskite quantum dots at room temperature using the ligand-assisted reprecipitation method. The spectral properties of the synthesized and purified perovskite quantum dots in the presence of certain solvents after synthesis were

also studied. $MAPbI_3$ perovskite quantum dots have an absorption edge at 700 nm, and when the emission maximum is studied, it was observed that they emit red fluorescence. It was found that the selection of optimal antisolvents in the purification of synthesized perovskite quantum dots has a strong effect on their properties.

Keywords: $MAPbI_3$, quantum dots, antisolvent, ligands, LARP, spectrum, stability.

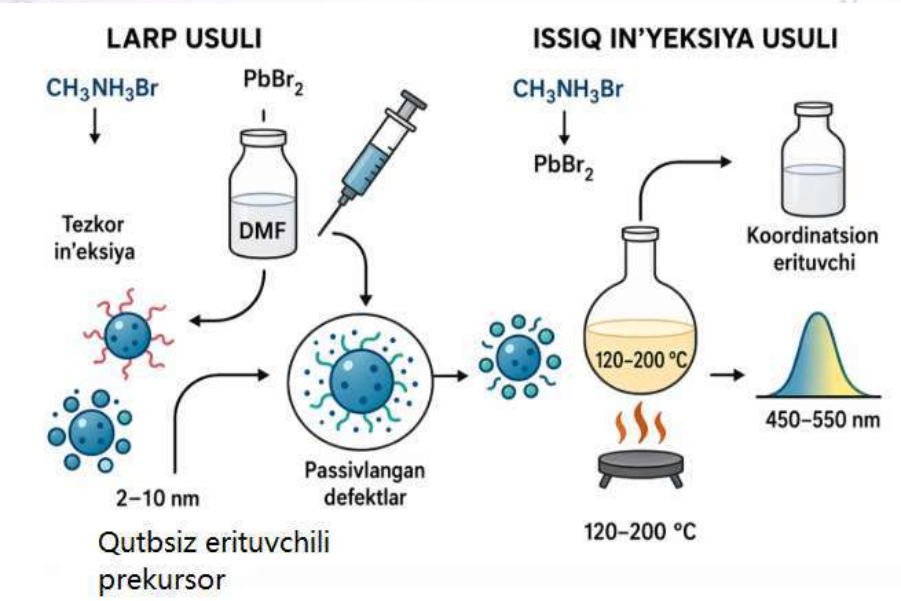
KIRISH.

Hozirgi kunda globallashuv hamda demografik o‘sishning misli ko‘rilmagan darajada oshishi tufayli energiyaga bo‘lgan talabning oshishi kuzatilmoqda. Ushbu muammolarning yechimi sifatida an’anaviy energiya manbalari o‘rniga qayta tiklanadigan enrgiyalardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa perovskit asosidagi quyosh elementlari o‘zining ajoyib xususiyatlari tufayli tadqiqotchilarda katta qiziqish uyg‘otmoqda. Turli xil tarkibli perovskit materiallar o‘zining o‘lcham effekti, optoelektrik va ajoyib yutilish koeffitsienti sababli ushbu sohada yetakchi hisoblanadi. Biroq turli xil tashqi omillar tufayli barqarorligini yo‘qotishi ushbu perovskitning asosiy kamchilligi hisoblanadi [1-3].

Perovskit kvant nuqtalar sintezi usullari orasida eng ko‘p sintezlarda foydalaniladigan usullardan biri xona haroratida ligandlar yordamida qayta cho‘ktirish (LARP) usuli hisoblanadi. Bu usul dastlab 2015-yilga kelib Kovalenko hamda uning hamkasblari tomonidan ishlab chiqlgan [4]. An’anaviy kvant nuqtalar sintezi uchun eng keng qo‘llaniladigan yana bir usul sifatida esa issiq inyeksiya (HI) usuli ko‘rsatiladi. LARP usulining issiq ineksiya usulidan ustun tarafi sifatida yuqori harorat hamda inert muhit talab qilinmasligi bilan izohlash mumkin. Shuning uchun LARP usulida perovskitlar sintez jarayonini har qanday oddiy laboratoriyalarda ham olib borish mumkin [5-7].

Tadqiqotlarda LARP usulida dimetilformmamid (DMF) yoki dimetilsulfoksid (DMSO) kabi qutbli erituvchilarda perovskit kvant nuqtalar uchun zarur tuzlarni eritish hamda ularni ligandlar ishtirokida antisolventga qo‘shish orqali sintezlar bayon qilingan. Shuningdek, boshqa tadqiqotlarda metilammoniy yodid (MAI) va PbI_2 tuzlari qutbli bo‘lmagan erituvchilarda (gamma-valerolakton – GVL hamda asetonitril – ACN kabi) eritilib, tegishli ligandlar qo‘shish orqali prekursor tayyorlangan hamda antisolventga qo‘shish orqali sintez amalga oshirilgan.[8-9]. LARP hamda issiq inyeksiya usullari sxemasi 1-rasmda ifodalangan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. LARP va issiq ineksiya usuli yordamida perovskit kvant nuqtalar sintezi sxemasi

Yana boshqa tadqiqotlarda $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari LARP usuli yordamida qutbli erituvchi DMF asosida sintezi amalga oshirilgan. Ligandlar sifatida esa oleyin kislota (OAc) hamda oleylamin (OAm) juftligi ishlatilgan [10].

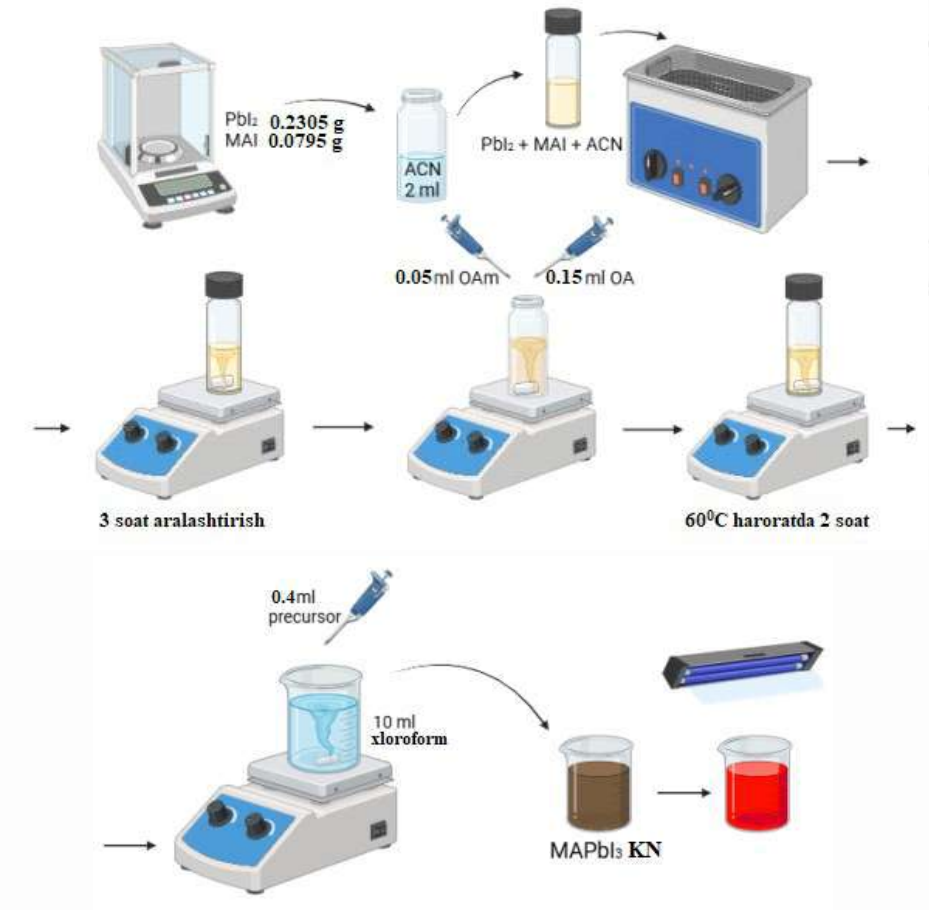
Ushbu ishning maqsadi LAPR usulida $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalarini sintezi hamda olingan kvant nuqtalarning tozalash hisoblanadi.

TAJRIBAVIY QISM.

$MAPbI_3$ kvant nuqtalari sintezi.

PbI_2 (0,2305 g) va MAI (0,0795 g) tuzlaridan 1:1 mol nisbatda olinib, 2 ml ACN da eritildi va 10 minut davomida ultratovushli hammomda ushlab turildi. Hosil qilingan aralashma 3 soat davomida to‘liq eriguncha magnitli aralashtirgichda aralashtirildi. 3 soatdan so‘ng ligand sifatida 0,15 ml OAc va 0,05 ml oleylamin OAm qo‘shildi. Keyin yana 2 soat davomida magnitli aralashtirgichda 60 °C haroratda aralashtirildi. Haroratning 60 °C ga ko‘tarilishi OAc ning yaxshi erishi hamda kvant nuqtalar o‘lchamining shakllanishida muhim rol o‘ynashi oldingi tadqiqotlarda ko‘rsatilgan. So‘ngra aralashma magnitli aralashtirgichda shiddatli aralashtirilib turgan 10 ml xloroformga 0,4 ml prekursordan qo‘shilganda yorqin qizil $MAPbI_3$ tarkibli kvant nuqtalari hosil bo‘lishi kuzatildi (2-rasm).

ISSN 3030-3907

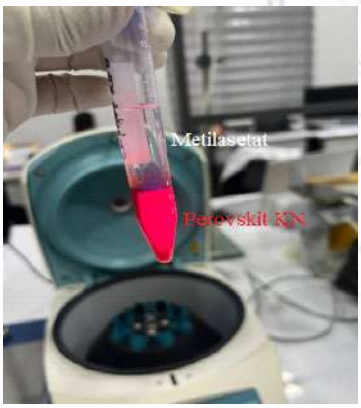


2-rasm. $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalar sintezi sxemasi.

Ushbu jarayonda antisolvent sifatida boshqa tadqiqotlarda keng foydalanilgan toluoldan foydalanilib ko‘rilganda hosil bo‘lgan qizil emissiyali kvant nuqtalar yashash davri 1 kundan oshmasligi aniqlandi. $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalarining kolloid eritmalarini turli xil antisolventlar yordamida yuvish (cho‘ktirish) va qayta eritish (disperslash) natijasida xossalarini yaxshilash amalga oshirildi. Buning uchun LARP usuli asosida sintez qilingan kvant nuqtalar metilasetat yoki etilasetat bilan qayta yuvildi. Qizil fluoressensiyaga ega bo‘lgan kvant nuqta eritmasidan 4 ml hajmda olib, sekinlik bilan (tomchilatib) metilasetat (yoki etilasetat) kabi antisolventdan 5 ml qo‘shildi. Natijada ikki qatlam hosil bo‘ldi. Pastki qatlam qizil fluoressensiyali $MAPbI_3$ kvant nuqtalari qatlami hamda yuqorisida antisolvent qatlam hosil bo‘lishi kuzatildi (3-rasm).

ISSN 3030-3907





3-rasm. Perovskit kvant nuqtalariga antisolvent qo‘shish jarayoni.

Antisolvent to‘liq qo‘shilganidan so‘ng 4 minut vaqt davomida 4000 rpm tezlik bilan sentrifuga qilinganda pastki qismida cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatildi. Sentirifugalash jarayonidan so‘ng yuqori qism sekinlik bilan ajratib olinib perovskit qism xloroformda qayta eritildi. Yuvishning asosiy mohiyati kvant nuqtalar tarkibidagi keraksiz tuzlarni ortiqcha ligandlarni eritish hamda xom kvant nuqtalar sifatini oshirishga qaratilgan. Lekin yuqoridagidek, yuvish jarayoni 1-2 martadan oshmaslik tavsiya qilinadi. Sababi ligandlar miqdori kamayishi hamda atrof-muhit ta’siridagi oksidlovchilar va namlik ta’sirida perovskit kvant nuqtalar sifati buzilishiga olib kelishi mumkin.

NATIJALAR TAHLILI.

Xona haroratida ligandlar yordamida qayta kristallash usulida sintez qilingan yorqin qizil $MAPbI_3$ tuzilishli perovskit kvant nuqtalari elektron yutilish spektri 4-rasmda ko‘rsatilgan.

4-rasm. LARP usulida olingan $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari elektron yutilish spektri.

$MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari 308 nm da elektron yutilish spektrida o‘ziga xos qirra bo‘lib, u an’anaviy hamda perovskit kvant nuqtalar yutilish spektrnining o‘ziga xos xususiyatlaridan biri hisoblanadi. 4-rasmdagi spektridan kvant nuqtalar yaxshi shakllanganligini ko‘rish mumkin. $MAPbI_3$ perovskit kvant

ISSN 3030-3907

nuqtalarining nurlanish spektri emission maksimumi 740 nm da hosil bo‘ladi. Lekin nurlanish spektrida 640 nm da ham yana bir emission maksimumi hosil bo‘lishi kuzatildi (5*a*-rasm). Bu esa ayni tadqiqotda hosil qilinan kvant nuqtalar monodispers bo‘lmasdan, asosan 2 xil o‘lchamda hosil bo‘lgan ko‘rsatadi. Shuning uchun 640 nm dagi emission maksimumini yo‘qatish maqsadida $MAPbI_3$ kvant nuqtalari metilasetat antisolveni yordamida tozalandi. Natijada 640 nm dagi emission maksimumi yo‘qolishi kuzatildi. Qayta ishlashdan so‘ng yagona emission maksimumiga ega bo‘lgan kvant nuqtalar hosil qilindi (5*b*-rasm).

5-rasm. Tozalanmagan $MAPbI_3$ (*a*); tozalangan $MAPbI_3$ (*b*) perovskit kvant nuqtalarining CAN dagi nurlanish spektrlari.

$MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari tozalangandan so‘ng emission spektri o‘lchanganda emission maksimumi 740 nm da eng yuqori intensivlikka ega ekanligi kuzatildi. Bundan tashqari olingan moddani bunday tozalash yutilish maksimumi 740 nm da bo‘lgan perovskit kvant nuqtalarining monodispersligini oshirishini ko‘rsatdi.

XULOSA.

Xona haroratida yorqin qizil emissiyali $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari LARP usuli asosida sintez qilindi. Sintez davomida kvant nuqtalar shakllanishi va o‘lchamiga ligandlar turi, miqdori, to‘g‘ri antisolvent tanlash, erituvchi ta’siri kabi omillar o‘rganildi. Erituvchi sifatida DMF ning o‘rniga ACN ishlatish hamda antisolvent sifatida toluolga qaraganda xloroform yaxshi natija berishi kuzatildi. Hosil bo‘lgan kvant nuqtalarni metilasetat yordamida tozalash orqali kvant nuqtalar barqarorligini oshirishi hamda monodispersligini yaxshilashiga sabab bo‘lishi aniqlandi.

ADABIYOTLAR

1. Wei S. et al. Homogeneous synthesis and electroluminescence device of highly luminescent $CsPbBr_3$ perovskite nanocrystals //Inorganic Chemistry. – 2017. – Vol. 56. – №. 5. – P. 2596-2601.

ISSN 3030-3907

2. Enomoto J. et al. Highly luminescent $MAPbI_3$ perovskite quantum dots with a simple purification process via ultrasound-assisted bead milling //RSC advances. – 2022. – Vol. 12. – №. 9. – P. 5571-5576.
3. Zhang Y. et al. A “tips and tricks” practical guide to the synthesis of metal halide perovskite nanocrystals //Chemistry of Materials. – 2020. – Vol. 32. – №. 13. – P. 5410-5423.
4. Nedelcu G. et al. Fast anion-exchange in highly luminescent nanocrystals of cesium lead halide perovskites ($CsPbX_3$, X= Cl, Br, I) //Nano letters. – 2015. – Vol. 15. – №. 8. – P. 5635-5640.
5. Dey A. et al. State of the art and prospects for halide perovskite nanocrystals //ACS nano. – 2021. – Vol. 15. – №. 7. – P. 10775-10981.
6. Ng C. K. et al. Synthesis of $CsPbBr_3$ perovskite nanocrystals with acoustically actuated millisecond mixing //Journal of Materials Chemistry C. – 2021. – Vol. 9. – №. 1. – P. 313-321.
7. Chen L. C., Wei Y. S., Zhang M. Double buffer of $MAPbBr_3$ QDs using a bulk crystal source by the LARP method and MABr modifier for CsPbBr3 perovskite light-emitting diodes //Journal of Physics D: Applied Physics. – 2023. – Vol. 56. – №. 46. – P. 465102.
8. Leguy A. M. A. et al. Reversible hydration of $CH_3NH_3PbI_3$ in films, single crystals, and solar cells //Chemistry of Materials. – 2015. – Vol. 27. – №. 9. – P. 3397-3407.
9. Tashpulatov K. et al. Facile Synthesis of Stable and Highly Luminescent $MAPbI_3$ Perovskite Quantum Dots //Journal of Fluorescence. – 2025. – Vol. 35. – №. 10. – P. 9553-9557.
10. Liao J. F. et al. A facile method to fabricate high-quality perovskite nanocrystals based on single crystal powder //Nano Research. – 2019. – Vol. 12. – №. 10. – P. 2640-2645.

ISSN 3030-3907