

## ORGANIK LYUMINOFORLARNING ZAMONAVIY HOLATI VA RIVOJLANISH TENDENSIYALARI

N.S.Mahmudova, M.I.Soliyev

*NamDTU*

S.E.Nurmanov

*O'zMU*

Organik lyuminoforlar — nur ta'sirida qo'zg'algan holatga o'tib, keyin ma'lum to'lqin uzunligida nur chiqaruvchi organik birikmalardir. So'nggi yillarda ular OLED-displeylar, sensorlar, biomarkerlar, fotodinamik terapiya, optoelektronika, xavfsizlik belgilash materiallari va lyuminescent polimer kompozitsiyalar uchun muhim funksional materiallar sifatida rivojlanmoqda. Ayniqsa  $\pi$ -kon'yugatsiyalangan organik molekularlar, polisiklik aromatik uglevodorodlar, karbazol, bor-azot saqlovchi geteroaromatik tizimlar, TADF va AIE xususiyatli lyuminoforlar sohada asosiy yo'nalishlarga aylangan [1].

Zamonaviy organik lyuminoforlar dizaynida asosiy maqsad — yuqori kvant chiqishi, tor emissiya polosasi, fotobarqarorlik, termik barqarorlik, eritma va qattiq holatda kuchli nurlanish, texnologik qayta ishlash qulayligi va ekologik xavfsizlikni ta'minlashdir. An'anaviy fluoroforlarda ko'pincha agregatlanish natijasida lyuminessensiya so'nishi kuzatilsa, AIE-faol birikmalarda aksincha, agregat holatda nurlanish kuchayadi. Bu hodisa biotasvirlash, sensorika va qattiq holatda ishlovchi materiallar uchun katta afzallik beradi [2].

Organik lyuminoforlar rivojida muhim yo'nalishlardan biri — **TADF, ya'ni termik faollashtirilgan kechikkan fluoressensiya** materiallaridir. TADF lyuminoforlarda singlet va triplet qo'zg'algan holatlar energiya farqi kichik bo'ladi, natijada triplet eksitonlar ham qayta singlet holatga o'tib nurlanishda qatnashadi. Bu esa og'ir metallarsiz yuqori samarali OLED materiallar yaratish imkonini beradi. 2019–2025 yillardagi tadqiqotlarda TADF molekularining OLED, displey va energiya tejamkor yoritish qurilmalarida qo'llanilishi alohida ta'kidlangan [3].

Polisiklik aromatik uglevodorodlar asosidagi lyuminoforlar alohida ahamiyatga ega. Naftalin, antratsen, fenantren, piren, fluoren va ularning hosilalari kuchli  $\pi$ -kon'yugatsiyalangan tuzilishi, yuqori fotobarqarorligi va elektron xususiyatlarini modifikatsiya qilish imkoniyati bilan ajralib turadi. Shu sababli PAH asosidagi birikmalar organik fotonika, OLED, OFET, organik quyosh elementlari va sensor materiallar uchun istiqbolli hisoblanadi [4].

So'nggi tendensiyalardan yana biri — polisiklik aromatik tizimlarga azot, bor, kislorod, oltingugurt kabi geteroatomlarni kiritish orqali molekulaning elektron zichligi, HOMO–LUMO energiya farqi, emissiya rangi va kvant chiqishini boshqarishdir. Masalan, BN-

doplangan polisiklik aromatik uglevodorodlar optoelektronikada, jumladan OLED, OFET va organik quyosh elementlarida qo'llash uchun katta imkoniyatga ega ekani ko'rsatilgan [5].

Organik lyuminoforlar sohasidagi yana bir muhim yo'nalish — lyuminessent poroz materiallar, organik karkaslar va supramolekulyar tizimlardir. AIE-faol molekular asosidagi poroz materiallar gaz sorbsiyasi, molekulyar tanib olish, sensorika va katalizda ishlatilishi mumkin. Bu yo'nalishda lyuminessent organik karkaslar va organik "cage" tuzilmalar ham istiqbolli hisoblanadi [6, 8].

Umuman, organik lyuminoforlarning zamonaviy rivojlanishi quyidagi asosiy tendensiyalar bilan tavsiflanadi:

1. Metallsiz yuqori samarali TADF lyuminoforlar yaratish;
2. Qattiq holatda nurlanishi kuchli AIE-faol materiallar ishlab chiqish;
3. Polisiklik aromatik uglevodorodlar asosida  $\pi$ -kon'yugatsiyalangan yangi molekular sintezi;
4. Geteroatom saqllovchi va BN-doplangan aromatik tizimlarni rivojlantirish;
5. OLED, sensor, biomarker va optoelektron qurilmalar uchun texnologik jihatdan qulay materiallar yaratish;
6. Molekulyar dizaynda sun'iy intellekt va hisoblash kimyosi usullaridan foydalanish [7, 9].

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, organik lyuminoforlar hozirgi kunda OLED-displeylar, optoelektron qurilmalar, sensorlar, biomeditsin tasvirlash tizimlari va xavfsizlik markirovkasi materiallarini yaratishda eng istiqbolli funksional materiallardan biri hisoblanadi. Organik lyuminoforlarning asosiy afzalliklari sifatida yuqori lyuminessent samaradorlik, molekulyar tuzilishni maqsadli boshqarish imkoniyati, nisbatan arzon sintez texnologiyasi va keng spektral diapazonda nurlanish hosil qilish qobiliyati qayd etiladi.

So'nggi yillarda ushbu sohadagi tadqiqotlar asosan termik faollashtirilgan kechikkan fluoressensiya (TADF) va agregatlanish ta'sirida kuchaygan nurlanish (AIE) xususiyatiga ega bo'lgan yangi organik birikmalarni yaratishga qaratilgan. Bu yo'nalishlar og'ir metall saqllovchi lyuminoforlarni ekologik xavfsiz va yuqori samarali organik materiallar bilan almashtirish imkoniyatini yaratmoqda.

Tahlil qilingan manbalar polisiklik aromatik uglevodorodlar, jumladan naftalin, antratsen, fenantren, piren va fluoren hosilalari yuqori fotobarqarorlikka, rivojlangan  $\pi$ -kon'yugatsiyalangan tizimga hamda yaxshi lyuminessent xususiyatlarga ega ekanligini ko'rsatadi. Ularning tuzilishiga elektron-donor va elektron-akseptor guruhlarni kiritish orqali fotofizik va optoelektron xususiyatlarni maqsadli ravishda boshqarish mumkinligi aniqlangan.

Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlarda polisiklik uglevodorodlar asosidagi ko'plab lyuminoforlarning sintezi amalga oshirilgan bo'lsa-da, yuqori kvant chiqishiga, yaxshi

fotobarqarorlikka va keng amaliy qo'llanish imkoniyatiga ega bo'lgan yangi birikmalarni yaratish bo'yicha izlanishlar hali ham dolzarbligini saqlab qolmoqda. Ayniqsa, mahalliy xomashyolar va zamonaviy organik sintez usullari asosida yangi lyuminescent materiallar olish bo'yicha tadqiqotlar yetarlicha o'rganilmagan.

Shu munosabat bilan polisiklik uglevodorodlar asosida yangi organik lyuminofozlarni sintez qilish, ularning tuzilishi va fotofizik xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash hamda optoelektronika va sensor tizimlarida qo'llash imkoniyatlarini baholash mazkur dissertatsiya ishining asosiy ilmiy yo'nalishi sifatida tanlandi. Bu tadqiqot organik lyuminescent materiallar kimyosi va texnologiyasini yanada rivojlantirishga hamda yangi avlod funksional materiallarini yaratishga xizmat qiladi.

### ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Mughal E.U. et al. Advances in the design of thermally activated delayed fluorescence molecules for OLEDs. 2025.
2. Liu W. et al. Fluorescent Porous Materials Based on Aggregation-Induced Emission. *ACS Nano*, 2024.
3. Maiya S. et al. Organic fluorescent compounds: a review of synthetic strategies and applications. 2025.
4. Jia L. et al. BN-Doped Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Applications in Optoelectronics. *Molecules*, 2025.
5. Chen X.L. et al. Nitrogen-containing polycyclic aromatic hydrocarbons: synthesis, structure and supramolecular assembly. 2025.
6. Goyal H. et al. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon-based Soft Materials. 2023.
7. Maiya S. et al. Organic fluorescent compounds: a review of synthetic strategies and applications. 2025.
8. Jia Z. et al. Fluorescent organic cages and their applications. 2026.
9. Im Y. et al. Molecular Design Strategy of Organic Thermally Activated Delayed Fluorescence Emitters. *Chemistry of Materials*, 2017.