

Рекомбинация носителей заряда в аморфных органических полупроводниках: можно ли преодолеть ланжевеновский предел?

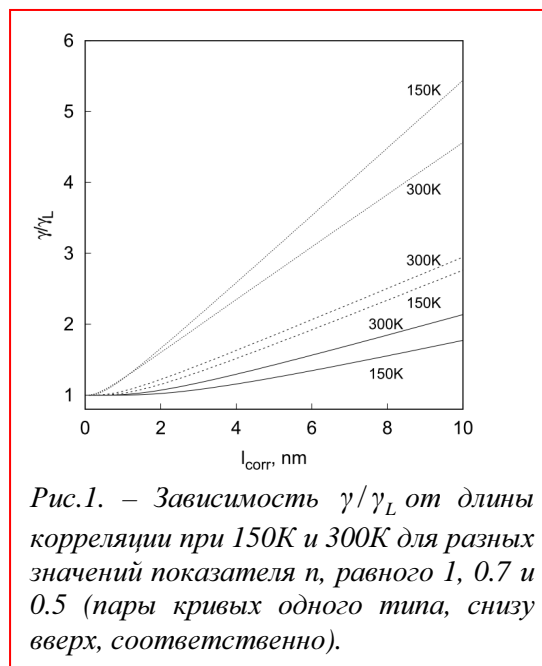
Новиков С.В.^{1,2}, Тамеев А.Р.^{1,2}

¹ Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, 119071, Москва, Ленинский просп. 31

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, Мясницкая ул. 20

Рекомбинация носителей заряда есть один из общих процессов, сопровождающих транспорт носителей в аморфных органических полупроводниках.

Таким материалам внутренне присуща сильная пространственная корреляция энергий уровней транспортных центров. В нашей недавней работе [1] построена теория бимолекулярной рекомбинации в аморфных органических полупроводниках, где основной вклад в случайный энергетический ландшафт вносят диполи или квадруполь. Оказалось, что сам по себе энергетический беспорядок не ведет к отклонению константы скорости рекомбинации γ от ланжевеновского значения $\gamma_L = 4\pi e(\mu_p + \mu_n)/\varepsilon$ (здесь μ_p и μ_n - подвижности дырок и электронов, ε - диэлектрическая постоянная среды), а вот пространственная корреляция неизбежно приводит к уменьшению γ .



Уменьшение γ есть следствие электростатической природы беспорядка (т.е. беспорядка в пространственном распределении электростатического потенциала, генерируемого случайно расположенными и ориентированными диполями и квадрупольями), когда локальное понижение энергии дырки одновременно ведет к повышению таковой для электрона. Это ведет к возникновению в коррелированной среде дополнительного отталкивания между электроном и дыркой и, следовательно, к замедлению рекомбинации. Коррелированный энергетический беспорядок с противоположным свойством (симбатное изменение случайных энергий электрона и дырки) приведет к дополнительному притяжению носителей и увеличению γ . Такая ситуация реализуется в материалах с конформационным беспорядком [2], где можно ожидать увеличения γ по сравнению с ланжевеновским пределом, а значит и роста эффективности органических светодиодов на их основе.

На Рис. 1 показаны результаты расчета для конформационного беспорядка с корреляционной функцией случайной энергии вида $C(r) \propto \exp(-(r/l_{corr})^n)$. Для ожидаемых значений $l_{corr} \approx 1 - 2$ нм возможно увеличение γ на 20% - 50% по сравнению с γ_L .

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ 16-29-06423_офи-м и Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

[1] S.V. Novikov, *J. Phys. Chem. C*, **122**, 22856 (2018).

[2] A. Massé et al., *Phys. Rev. B*, **95**, 115204 (2017).