

**КОРРЕЛЯЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ЗАВИСИМОЙ ЭКСИТОННОЙ
ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ СО СТРУКТУРНЫМ ФАЗОВЫМ
ПЕРЕХОДОМ В ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОМ ГИБРИДНОМ ПЕРОВСКИТЕ
CH₃NH₃PbI₃**

Сарычев М.Н.¹, Веселова Д.С.¹, Семенова О.И.², Жевстовских И.В.^{1,3}

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²) Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, Новосибирск, Россия

³) Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: veselovadarya96@gmail.com

**CORRELATION OF TEMPERATURE-DEPENDENT EXCITON
PHOTOLUMINESCENCE WITH STRUCTURAL PHASE TRANSITION IN
ORGANOMETAL HYBRID PEROVSKITE CH₃NH₃PBI₃**

Sarychev M.N.¹, Veselova D.S.¹, Semenova O.I.², Zhevstovskikh I.V.^{1,3}

¹) Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

²) A.V. Rzhhanov Institute of Semiconductor Physics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

³) M.N. Miheev Institute of Metal Physics, UB RAS, Ekaterinburg, Russia

We report the results of photoluminescence (PL) studies in organic-inorganic hybrid perovskite CH₃NH₃PbI₃. Near of the temperature of the transition from orthorhombic to tetragonal phase the sharp maximum of PL intensity was found.

В последнее время органоминеральные гибридные перовскиты CH₃NH₃PbI₃ широко исследуются благодаря их высокому потенциалу для использования в фотовольтаике и оптоэлектронных устройствах [1,2] из-за таких свойств как большой коэффициент поглощения света, низкая энергия связи экситона, большая диффузионная длина носителей. Фундаментальный вопрос, который возникает из этих исследований, касается природы элементарных фотовозбуждений, которые вовлечены в механизмы преобразования энергии; в частности, связанные экситоны или свободные носители генерируются в объеме перовскита. Для этого необходимо точно знать энергию экситонной связи. С этой целью в данной работе мы исследуем в монокристаллах CH₃NH₃PbI₃ спектры фотолюминесценции (ФЛ) в интервале температур 6-350 К при возбуждении лазером с длиной волны 532 nm.

В гибридных перовскитах имеется два структурных перехода: при T≈330 К переход из кубической в тетрагональную фазу, при T≈160 К переход из тетрагональной в орторомбическую фазу. В спектрах ФЛ при понижении температуры от 350 К до 6 К была обнаружена эволюция положения и интенсивностей пиков. В кубической и тетрагональной фазах интенсивность основного пика ФЛ с длиной волны λ=778 nm, связанного с шириной запрещенной зоны, возрастала при понижении температуры, а положение пика сдвигалось в меньшие энергии. При

дальнейшем понижении температуры от 160 К до 110 К пик сдвигался в большие энергии. При температуре фазового перехода $T \approx 160$ К мы наблюдали максимум интенсивности этого пика и минимум по энергии в положении пика. В орторомбической фазе из изменения интенсивности этого пика с температурой была определена энергия связи экситона с использованием выражения $I(T) = I_0 / (1 + \exp(-EB/kBT))$ [3], где I_0 - интенсивность при $T=0$ К, kB - постоянная Больцмана, EB – энергия связи экситона. Полученное значение $EB=20$ meV хорошо согласуется с данными других авторов [4,5]. Из анализа температурной зависимости полуширины пика ФЛ были оценены константа электрон-фононной связи, энергия оптических фононов и др. параметры, важные для будущего использования этих материалов в оптоэлектронных устройствах.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 20-42-660004 p_a) и ключевого центра превосходства УрФУ "Радиационные и ядерные технологии".

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант № 20-42-660004 p_a) и ключевого центра превосходства УрФУ "Радиационные и ядерные технологии";

1. Liu M., Johnston M.B. & Snaith H.J. Nature 501, 395 (2013)
2. Jian-Yao Zheng, Hugh G. Manning, Yanhui Zhang, et al., Sci. Rep. 9, 11738 (2019)
3. Z. Chen, C. Yu, K. Shum, J.J. Wang, et.al., J. Lumin. 132, 345-349 (2012)
4. C.L. Davies, M.R. Filip, J.B. Patel, et. al., Nat. Commun. 9, 293 (2018)
5. P. Nandi, C. Giri, B. Joseph, et al., J. Phys. Chem. A 120, 9732 (2016)