

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК НА ОПТИЧЕСКИЕ И
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРОВСКИТА FAPbI_3** **Огородников Е.Д. (ИТМО), Маргарян И.В. (ИТМО)****Научный руководитель – к. ф.-м. н., ведущий научный сотрудник,
руководитель лаборатории «Светоизлучающие углеродные квантовые
наноструктуры» Ушакова Е.В. (ИТМО)**

Введение. Технологии фотовольтаики внедряются и изучаются огромными темпами. Однако производство стабильных солнечных элементов, способных вырабатывать электричество в течение нескольких десятилетий, все еще является дорогим процессом. Поэтому в качестве аналога кремнию внимание ученых привлекли органические и гибридные материалы такие, как перовскиты. Большая длина свободного пробега электрона в перовскитах, достигающая до 1 мкм, высокий коэффициент поглощения и высокая подвижность носителей заряда обеспечивают высокую эффективность преобразования энергии у фотоэлементов на перовскитной основе [1]. Кроме того, фотоэлементы с использованием перовскитов гораздо дешевле в производстве, чем кремниевые солнечные элементы.

Перовскит FAPbI_3 имеет подходящую энергетическую структуру для эффективного поглощения света [2], поэтому является оптимальным вариантом для фотовольтаики. FAPbI_3 имеет усовершенствованный аналог - CsFAPbI_3 . Однако плохая стабильность перовскитов на основе FA (формамид) затрудняет процесс создания долговечного солнечного элемента. Известно, что основными причинами этого являются миграция ионов в перовските и наличие дефектов на границах зерен. Поэтому принципиально важным становится вопрос поиска инертного материала, способного нейтрализовать указанные дефекты в слое.

Основная часть. Одним из методов улучшения стабильности и увеличения эффективности перовскитных солнечных элементов является использование наночастиц в качестве добавок для пассивации дефектов на границах зерен и уменьшения рекомбинации на ловушечных состояниях в слое перовскита. Углеродные точки (УТ), выделяющиеся своими уникальными оптическими свойствами, могут быть применены в процессе создания фотоэлементов для улучшения их производительности [3]. УТ за счет поверхностных функциональных групп способны взаимодействовать с нескоординированными связями дефектных состояний I, пассивируя их. Было показано, что углеродные точки могут иметь положительное влияние на морфологию слоя, обеспечивая более крупные зерна [4].

В данном исследовании применялись УТ, синтезированные на основе этилендиамина. Влияние УТ на оптические свойства перовскита и растворов прекурсоров исследовано с помощью спектральных методов (спектроскопия поглощения и фотолюминесценции). С помощью атомно-силовой микроскопии изучена морфология поверхности перовскита и определена степень влияния УТ на кристаллизацию зерен в слое. Была получена зависимость интенсивности фотолюминесценции раствора УТ от концентрации добавленных ионов йода.

Выводы. Добавление УТ на основе этилендиамина в раствор перовскита CsFAPbI_3 обеспечивает высокую степень кристаллизации и способствует увеличению зерен перовскита. Анализ спектров фотолюминесценции и спектров поглощения УТ показал, что УТ могут взаимодействовать с ионами I, влияя на процесс миграции, и в растворах прекурсоров, и в растворах самих перовскитов. Таким образом, были сделаны выводы о качестве метода пассивации выбранными УТ и построен план дальнейших исследований.

Список использованных источников:

1. Basumatary, P.; Pratima, A. A short review on progress in perovskite solar cells. *Mater. Res. Bull.* 2022, 149, 111700.
2. Pachori, S.; Kumari, S.; Verma, A.S. An emerging high performance photovoltaic device with mechanical stability constants of hybrid $(\text{HC}(\text{NH}_2)_2\text{PbI}_3)$ perovskite. *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* 2020, 31, 18004–18017.
3. Litvin A. P. et al. Carbon Nanoparticles as Versatile Auxiliary Components of Perovskite-Based Optoelectronic Devices // *Advanced Functional Materials*. – 2021. – Т. 31. – №. 18. – С. 2010768
4. Ma Y. et al. Enhancing the performance of inverted perovskite solar cells via grain boundary passivation with carbon quantum dots // *ACS applied materials & interfaces*. – 2018. – Т. 11. – №. 3. – С. 3044–3052.

Автор _____ Огородников Е.Д.

Научный руководитель _____ Ушакова Е.В.