

УДК 541.65/.654

## СТРУЙНАЯ ПЕЧАТЬ ПЕРОВСКИТОВ НА ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ПОДЛОЖКЕ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Смирнов А.А. (Университет ИТМО), Погосян Т.Н. (Университет ИТМО), Зеленков Л.Е. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.х.н., доцент Виноградов А.В. (Университет ИТМО)

Результаты этой работы показывают быстрый и ресурсоэффективный способ к формированию защитных структур, принцип действия которых основан на комбинации двух различных эффектов, проявляющихся при взаимодействии света с веществом, дифракции и люминесценции.

### Введение.

Использование люминесцентных элементов является стандартом в защитной печати. Однако, использование люминесценции, как единственно фактора уникальности, является недостаточным вследствие простоты подделки. Целью данного исследования является повышение защитных свойств печатных люминесцентных паттернов путем их совмещения с голографическими изображениями. При таком подходе, люминесцентные и дифракционные эффекты осажденных структур при определенных условиях одновременного наблюдения, таких как специальный угол обзора и воздействие ультрафиолетового цвета, выглядят как дополняющие друг друга изображения.

### Основная часть.

В этой работе исследуется технология создания двойных паттернов для защитной печати. Разработанная система состоит из наложенных друг на друга паттернов. Первый паттерн наносится с помощью струйной печати чернилами из смеси акриловых мономеров и фотоинициаторов на фотополимерный субстрат с записанной объемной Брэгговской голограммой. Проникая вглубь голографической решетки, чернила вызывают её набухание и изменение периода, тем самым создавая в месте печати структурный цвет, отличный от основного цвета записанной в субстрате голограммы.

Для нанесения второго паттерна используются широко исследуемые из-за своих оптоэлектронных свойств металл-галогенидные перовскиты состава  $\text{CsPbBr}_3$ . Печать производится с использованием раствора прекурсоров перовскитов с добавлением поливинилпирролидона. Паттерн состоит из отдельных капель, в которых в полимерной во время высыхания из раствора матрице кристаллизуются перовскиты. Их люминесценция при освещении ультрафиолетом и формирует видимое изображение.

Таким образом, люминесцентные и дифракционные эффекты нанесенных структур при определенных условиях одновременного наблюдения, таких как нужный угол наблюдения и воздействие ультрафиолетового цвета выглядят как дополняющие друг друга изображения.

Возможности к дизайну создаваемых изображений многообразны и ограничены только разрешением струйной печати, чтобы было показано печатью люминесцирующих микропаттернов, видимых только при увеличении.

### Выводы.

Было показано, что перовскиты, напечатанные непосредственно на голографическом субстрате, страдают от агломерации и снижения интенсивности люминесценции. В качестве меры преодоления этого негативного эффекта было предложено нанесение слоя полистирола, предшествующее печати люминесцентного паттерна. Изоляция материала субстрата от раствора прекурсоров перовскитов способствует их кристаллизации в форме, обладающей большей интенсивностью люминесценции.

Было подтверждено, что защитные функции объёмной Брэгговской голограммы, записанные в ней изначально и нанесённые нами после на субстрат, сохраняются после нанесения перовскитных паттернов.

Рассмотренные в работе методики нанесения перовскитных композитов с их кристаллизацией на месте позволяют расширить область знаний по процессингу перовскитов с использованием струйной печати, что является актуальным не только для защитных, но и, например, для оптоэлектронных применений перовскитов.

Смирнов А.А. (автор)

Подпись

Виноградов А.В. (научный руководитель)

Подпись