

**НАНОТЕХНОЛОГИИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ЗАЩИТЫ ЦЕННЫХ БУМАГ ОТ ПОДДЕЛОК**

**Ерохина Д.В.** (Школа №598)  
**Научный руководитель –Арефина И.А.**  
(Университет ИТМО)

**Введение.** Нанотехнологии могут помочь в проблеме недостаточной защиты ценных бумаг, поскольку нанобъекты обладают маленьким размером, который позволяет им проникнуть в поры бумаги. В наше время люминесцентные жидкости используют в разных сферах. Но из-за их состава и большой концентрации вещества, они не могут служить надежным способом защиты, так как их хорошо видно на бумаге и их легко подделать. С люминесцентными чернилами всё сложнее, ведь, не зная состава, будет тяжело подделать их.

**Основная часть.** Наночастица — объект, состоящий из различных материалов, размеры которого во всех трёх измерениях составляют от 1 до 100 нм [1]. Такой размер позволяет им проникнуть в поры бумаги. В этой работе было проведено исследование видимости при дневном свете двух нанобъектов различного состава - квантовых точек (КТ) и углеродных точек (УТ), на бумаге разной плотности и разного цвета. Было выявлено, что один тип УТ и два типа КТ не видны на бумаге плотностью 200 г/м<sup>2</sup> при дневном свете, однако достаточно ярко излучают при возбуждении ультрафиолетом (УФ). Через неделю оба типа КТ перестали излучать под УФ. В отличие от них УТ продолжают демонстрировать люминесценцию даже через месяц. Таким образом было решено синтезировать УТ как основу для люминесцентных чернил, не видимых при дневном свете. Наноточки были получены гидротермальным методом из лимонной кислоты и этилендиамина. Вещества помещались в стальной автоклав с тефлоновой вставкой, реакция происходила при температуре 190С в течение 8 часов. Далее происходила очистка от веществ, которые не вступили в реакцию, путем диализа в деионизированной воде в течение суток. Поскольку чернила, которые находятся в обычных ручках обладают плотностью, отличной от плотности воды, то было решено добавить этиленгликоль. Полученная смесь была помещена в перьевую ручку и сделана надпись на бумаге плотностью 200 г/м<sup>2</sup>. Надпись не была видна при дневном свете и излучала под УФ в течение нескольких месяцев. Также были получены микроизображения с лазерного конфокального сканирующего микроскопа, которые показывают, что используемые нанобъекты вошли в поры бумаги.

**Выводы.** Таким образом, было проведено исследования видимости при дневном свете различных нанобъектов на бумаге разной плотности и цвета. Были синтезированы углеродные точки, которые являлись основой для люминесцентных чернил. Изготовленные чернила демонстрировали излучение под УФ лампой в течение нескольких месяцев. Экспериментально продемонстрирована возможность использования наночастиц как основа люминесцентных чернил, которые могут использоваться для нанесения защитных знаков.

**Список использованных источников:**

1. Федоров А.В., Баранов А.В., Маслов В.Г., Орлова А.О., Ушакова Е.В., Леонов М.Ю., Голубев В.Г. Физика наноструктур - Санкт-Петербург: СПб: Университет ИТМО, 2014. – 130 с.
2. Полиграфические и физико-химические способы защиты ценных бумаг/ КомпьюАрт, 1, 2018 — URL: <http://www.compuart.ru/article/25344> (дата обращения 02.08.2023)

Ерохина Д.В. (автор)

Подпись

Арефина И.А. (научный руководитель)

Подпись

