

Университет ИТМО
факультет фотоники и оптоинформатики

Анализ излучения молекулярных слоев красителей и металлических наночастиц, перспективных для создания плазмонных нанолазеров

Волков Роман Олегович

участник конкурса докладов для поступления
в магистратуру Университета ИТМО
образовательная программа «12.04.03 Физика и технология
наноструктур»

Научный руководитель - Торопов Н.А., к. ф.-м. н., н. с.

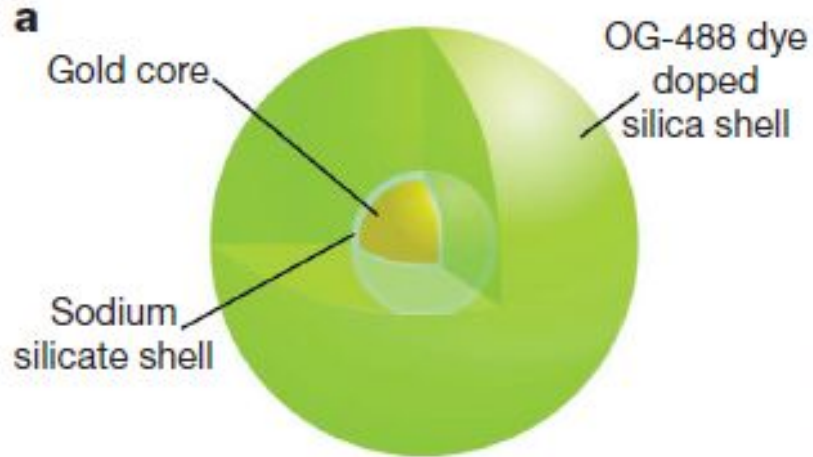


Рис. 1. Схема плазмонного нанолазера*

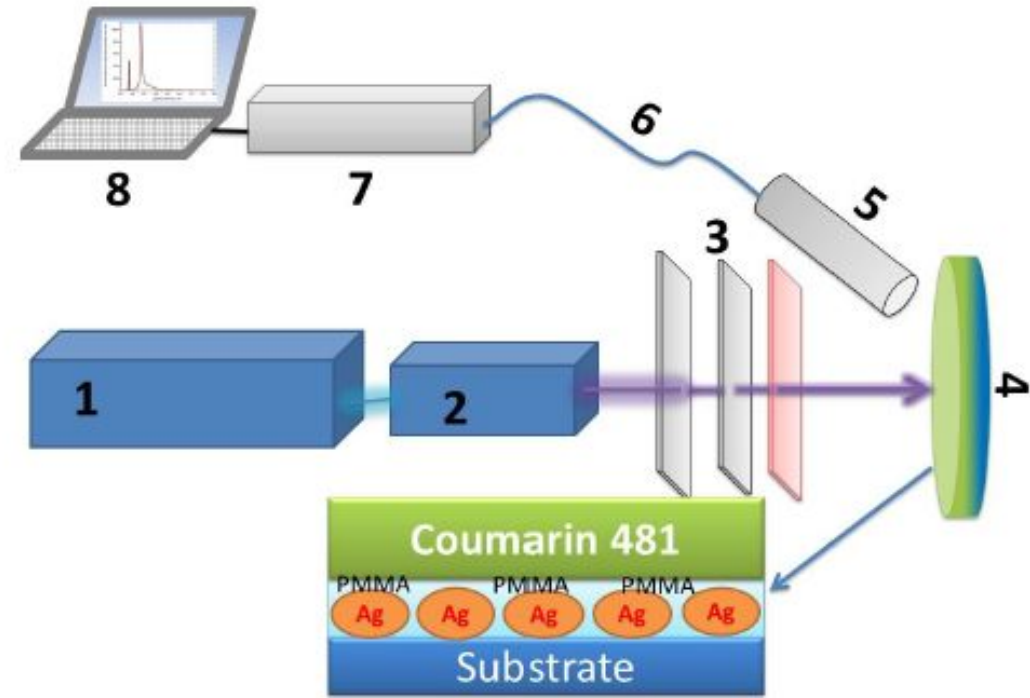


Рис. 2. Схема регистрации флуоресценции молекул красителя. 1 – Nd:YAG Laser, 2 – генератор третьей гармоники, 3 – аттенюатор, 4 – образец, 5 – коллиматор, 6 – оптическое волокно, 7 – детектор, 8 – компьютер**

* Noginov M.A., et. al. // Nature. – 2009. – V. 460. – P. 1110-1113.

** Kamaliev A.N., et. al. // Proc. SPIE. – 2018. – V. 10672.

Генерация

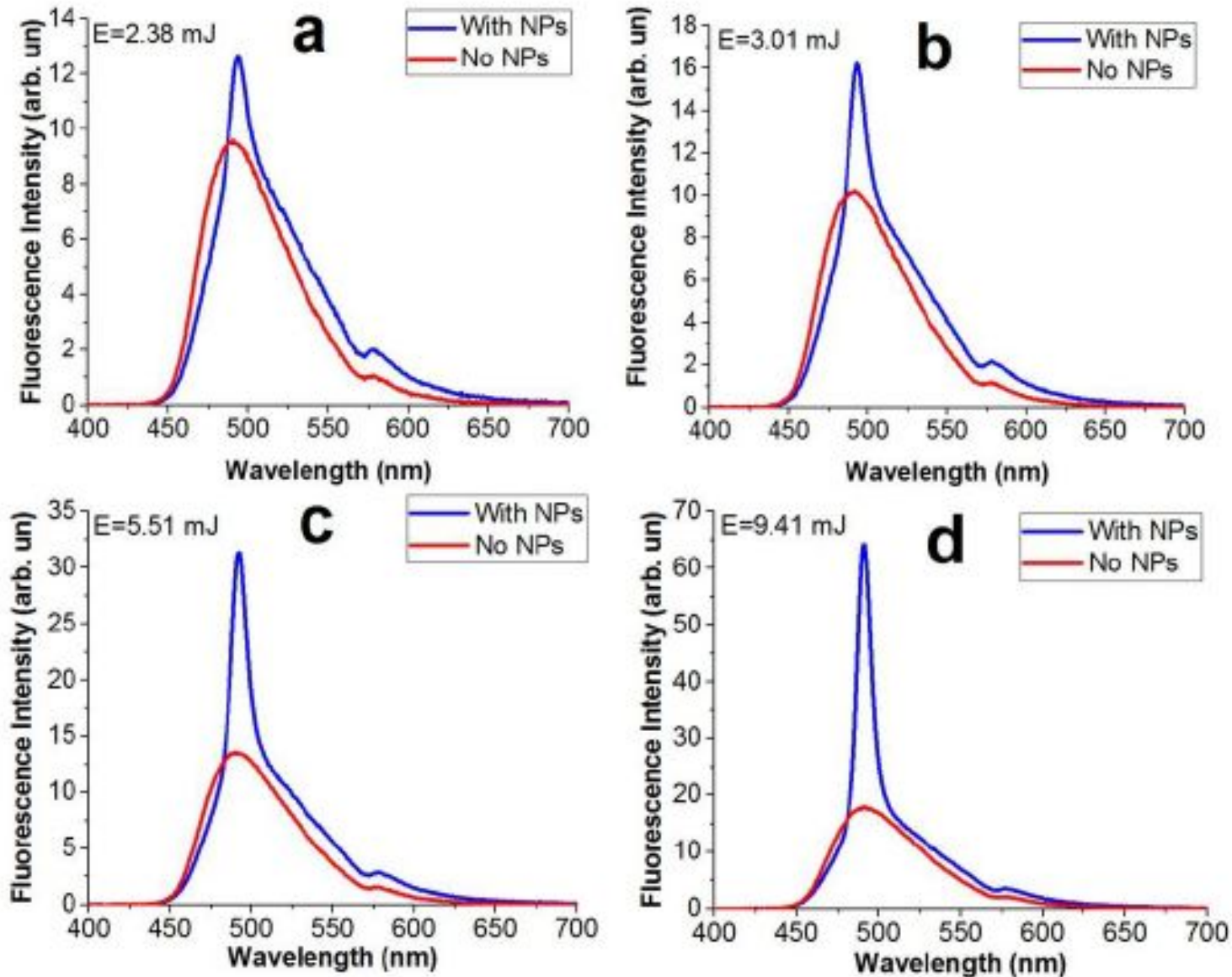


Рис. 3. Сравнение спектров флуоресценции тонких пленок кумарина с наночастицами (синяя кривая) и без них (красная кривая) при различных энергиях накачки.

Цели и задачи

Цель работы:

Анализ излучения молекулярных слоев красителей (Флуорол 555, DCM, Родамин 6Ж) и металлических наночастиц (золото, серебро).

Задачи, решенные в данной работе:

- Нанесение островковых пленок серебра и золота на кварцевые подложки
- Покрытие металлических наночастиц тонким слоем диэлектрика (ПММА)
- Нанесение на образцы слоев различных органических красителей
- Измерение спектров поглощения и спектров люминесценции

Островковые металлические пленки. Влияние отжига

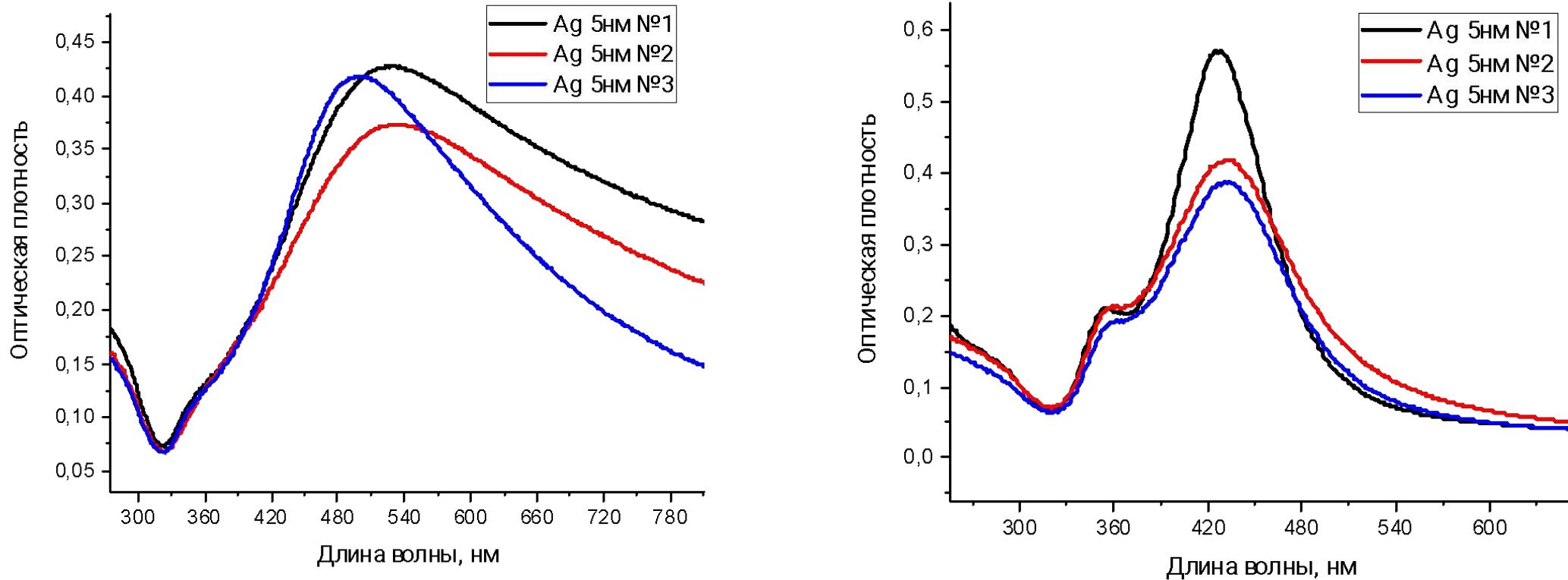


Рис. 4. Спектры оптической плотности островковых пленок серебра с эквивалентной толщиной 5 нм до и после термического отжига

СЭМ-изображение наночастиц

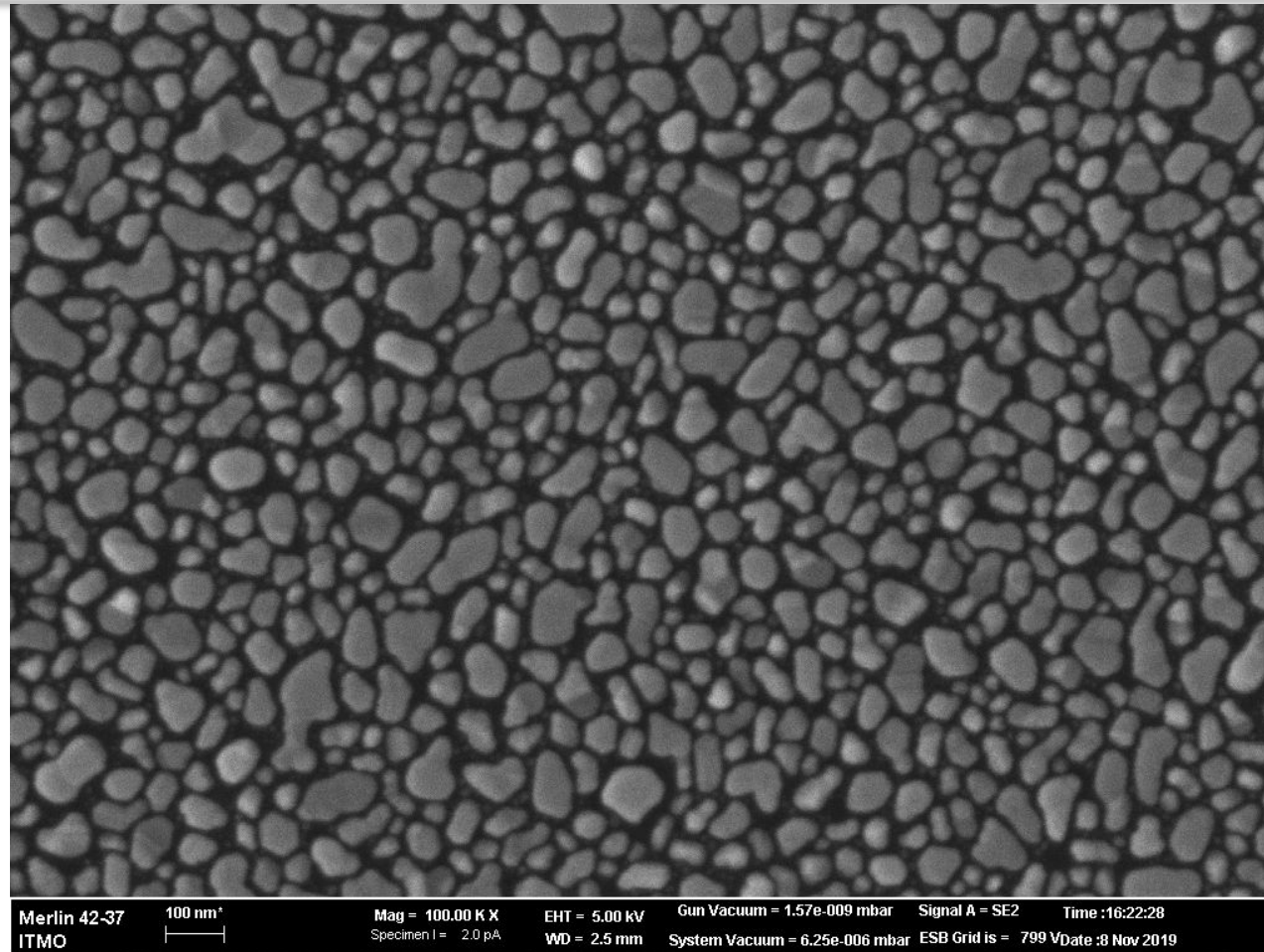


Рис. 5. СЭМ – изображение островковой пленки золота эквивалентной толщиной 10 нм, полученной методом высоковакуумного напыления в вакуумной камере Kurt J. Lesker

Нанесение красителей на образцы

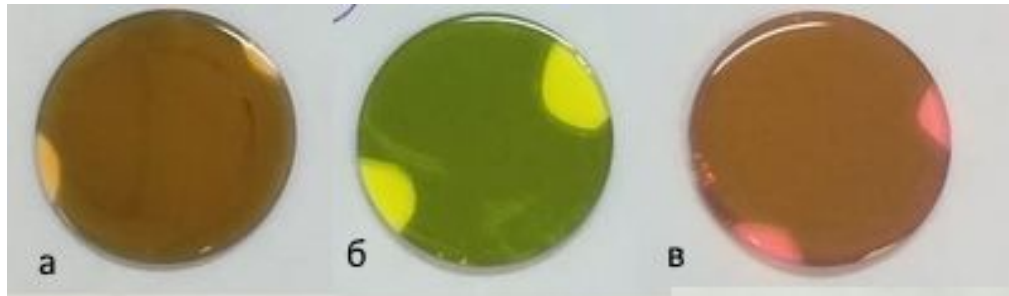


Рис. 6. а-в. Нанесенные на наночастицы золота спиртовые растворы красителя

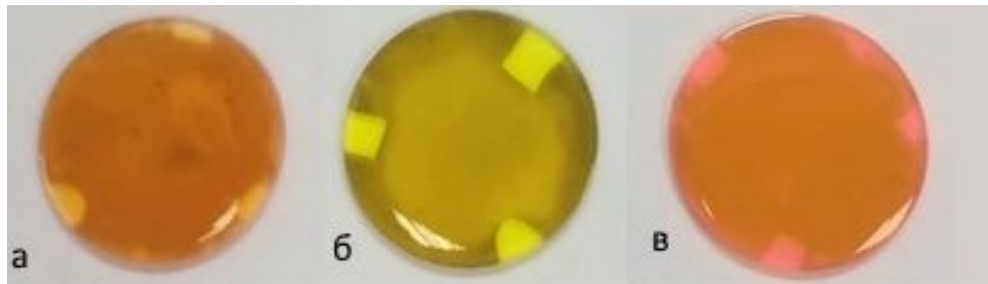


Рис. 7. а-в. Нанесенные на наночастицы серебра спиртовые растворы красителя

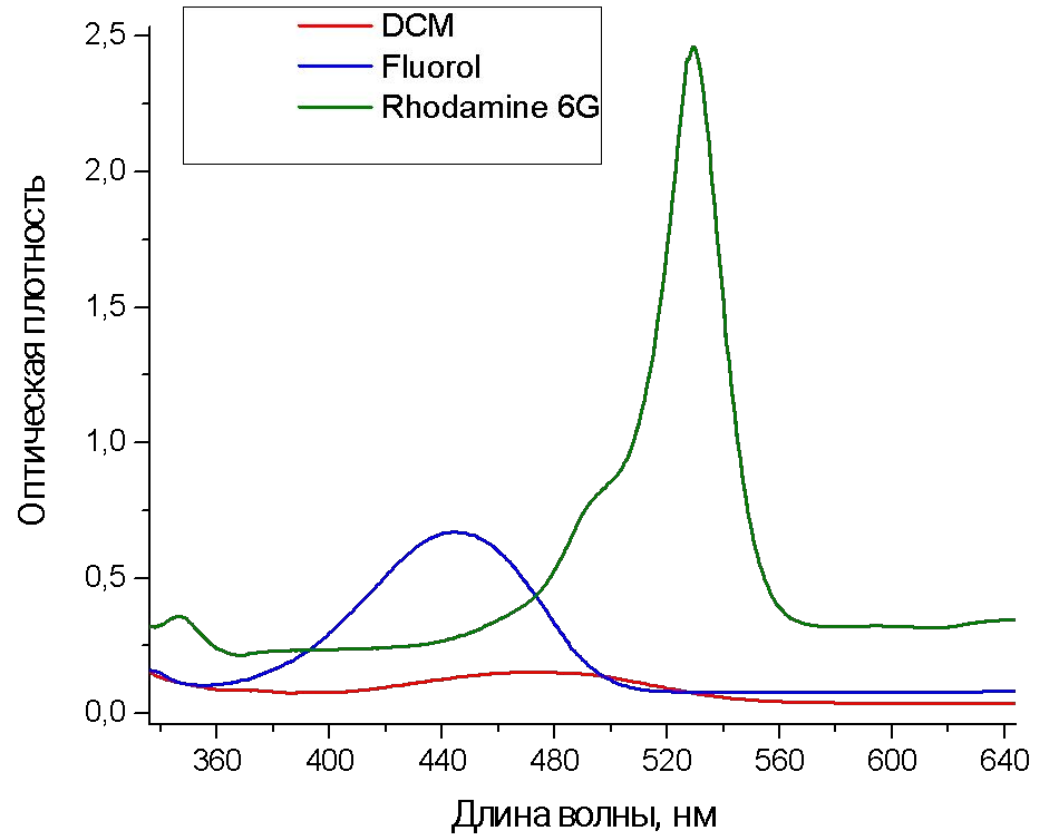


Рис. 8. Спектры оптической плотности спиртовых растворов красителей

Спектры поглощения наночастиц

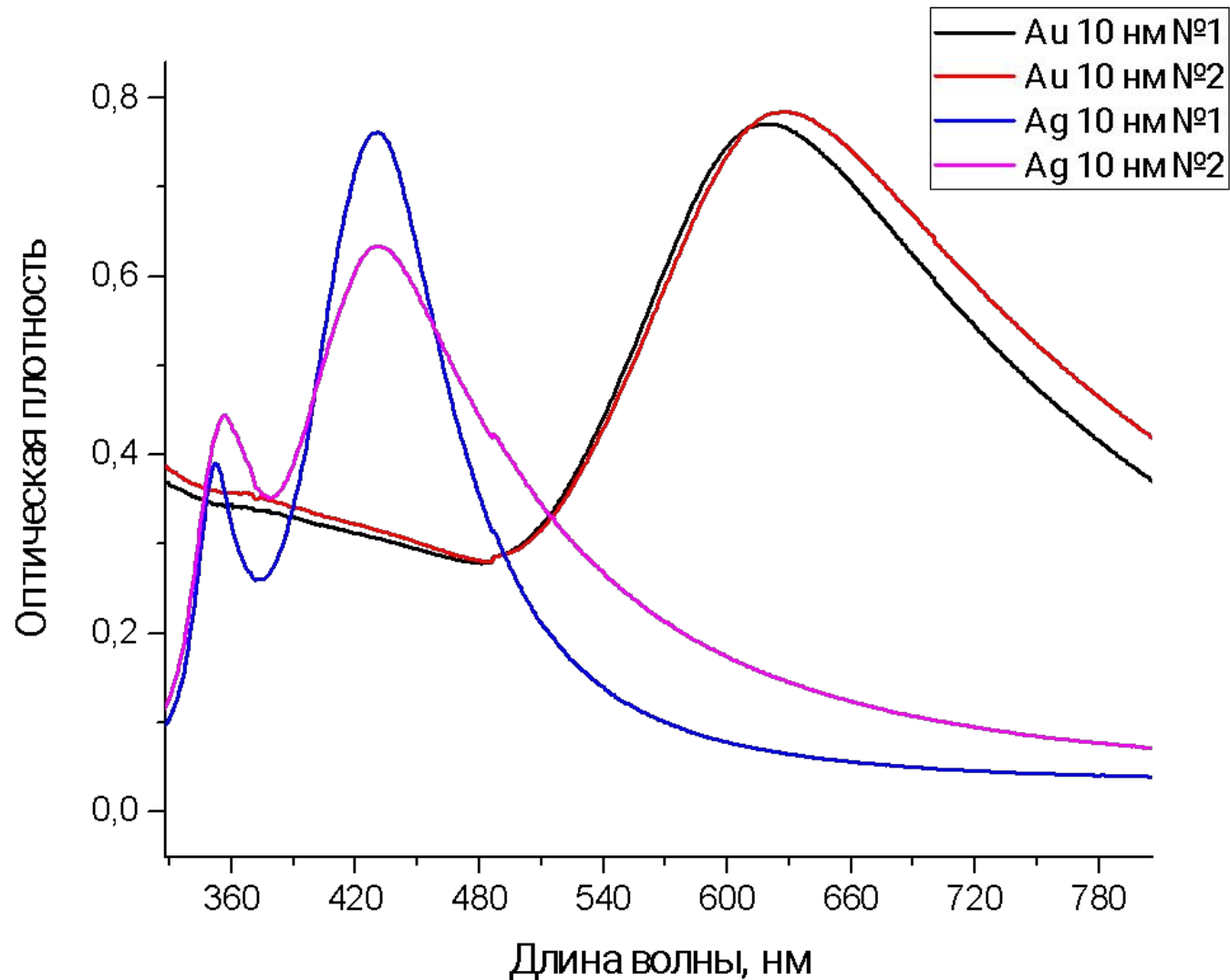


Рис. 9. Спектры оптической плотности золотых и серебряных островковых пленок эквивалентной толщины 10 нм

DCM

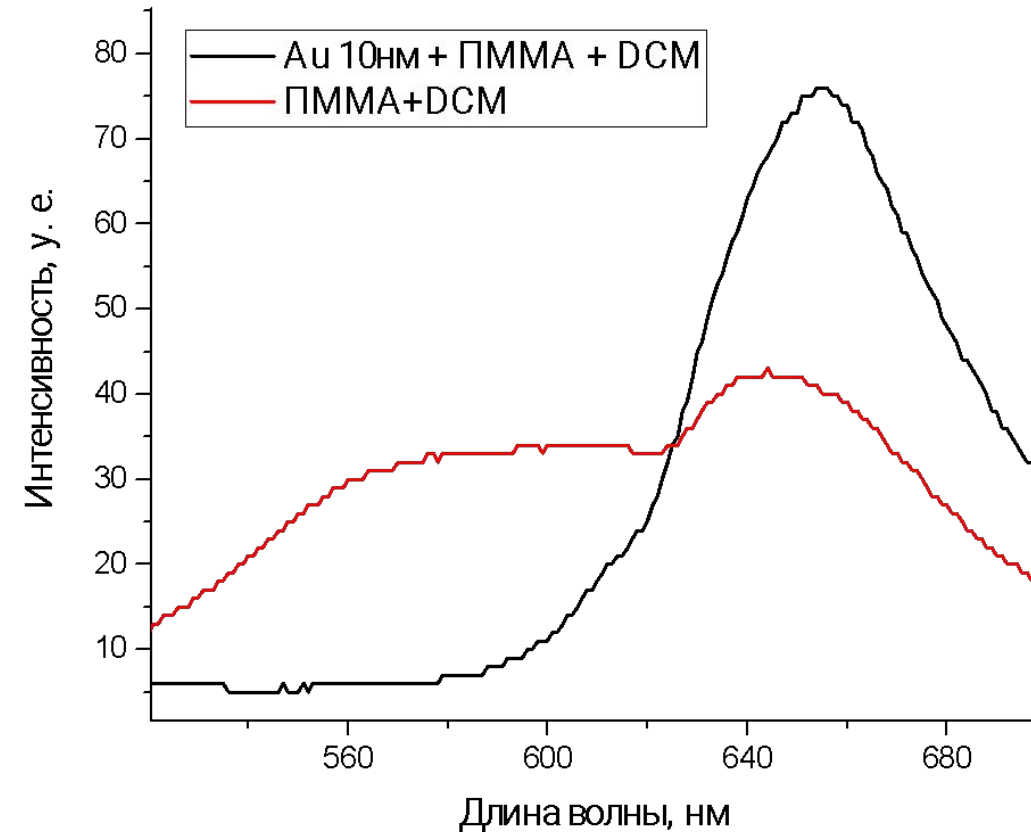
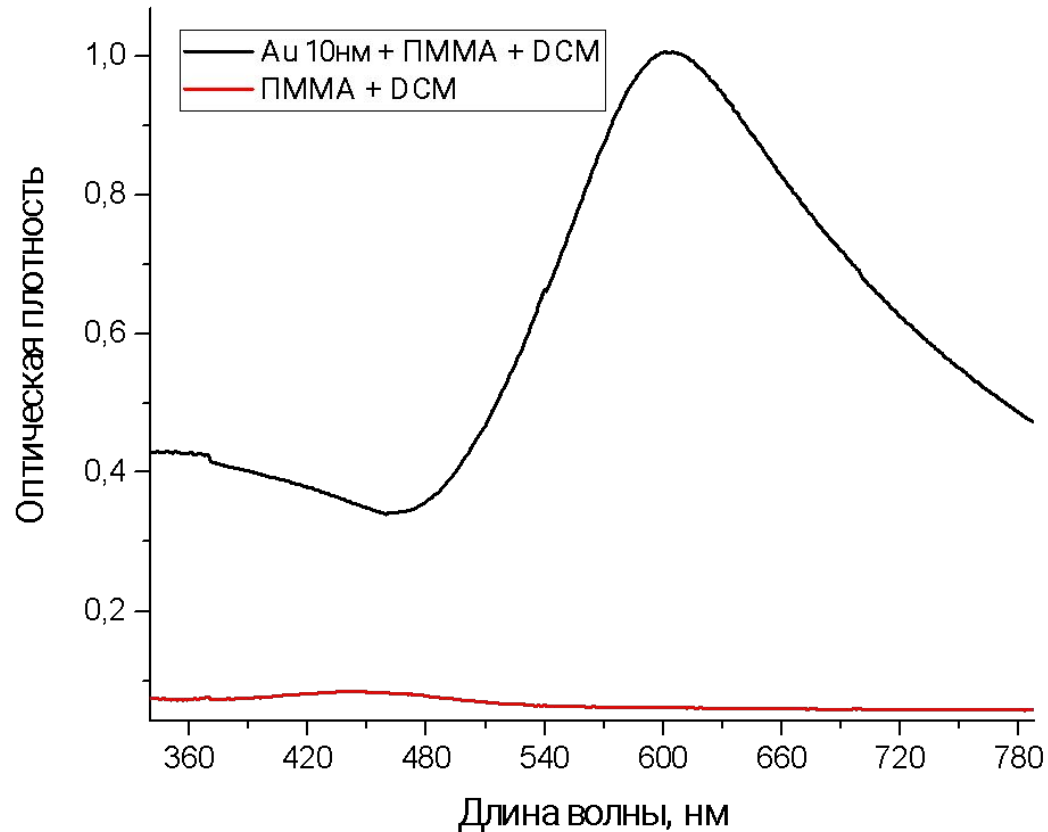


Рис. 10. Спектры оптической плотности (слева) и люминесценции (справа) образцов, покрытых красителем DCM с (черные линии) и без золотых наночастиц (красные линии). Длина волны возбуждения 470нм, $E_m = E_x = 5\text{нм}$

Родамин 6Ж

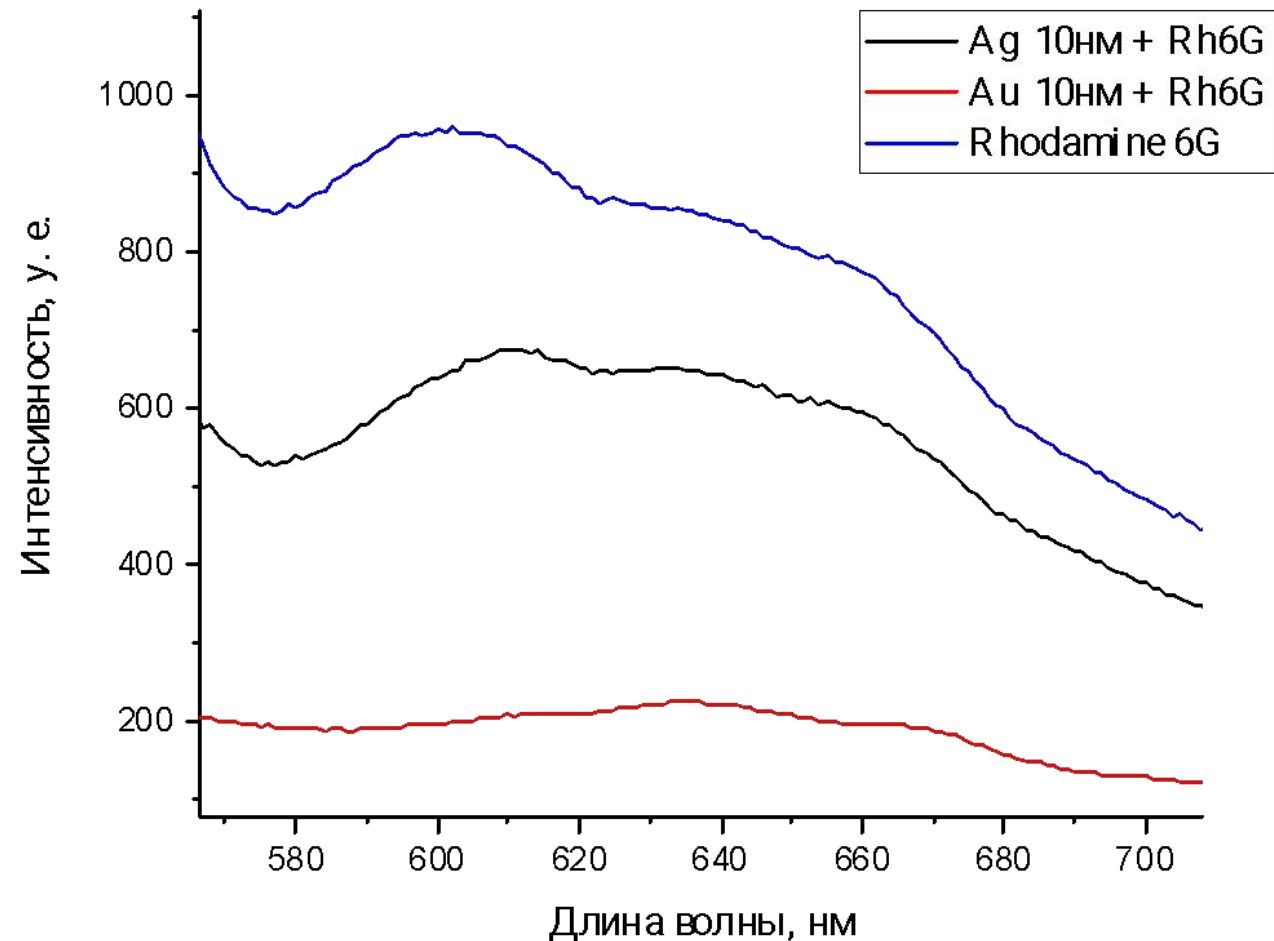


Рис. 11. Спектры люминесценции образцов с красителем Родамин 6Ж: с золотыми, серебряными наночастицами и без наночастиц. Длина волны возбуждения 500 нм, $E_x = 15$ нм, $E_m = 5$ нм

Fluorol 555

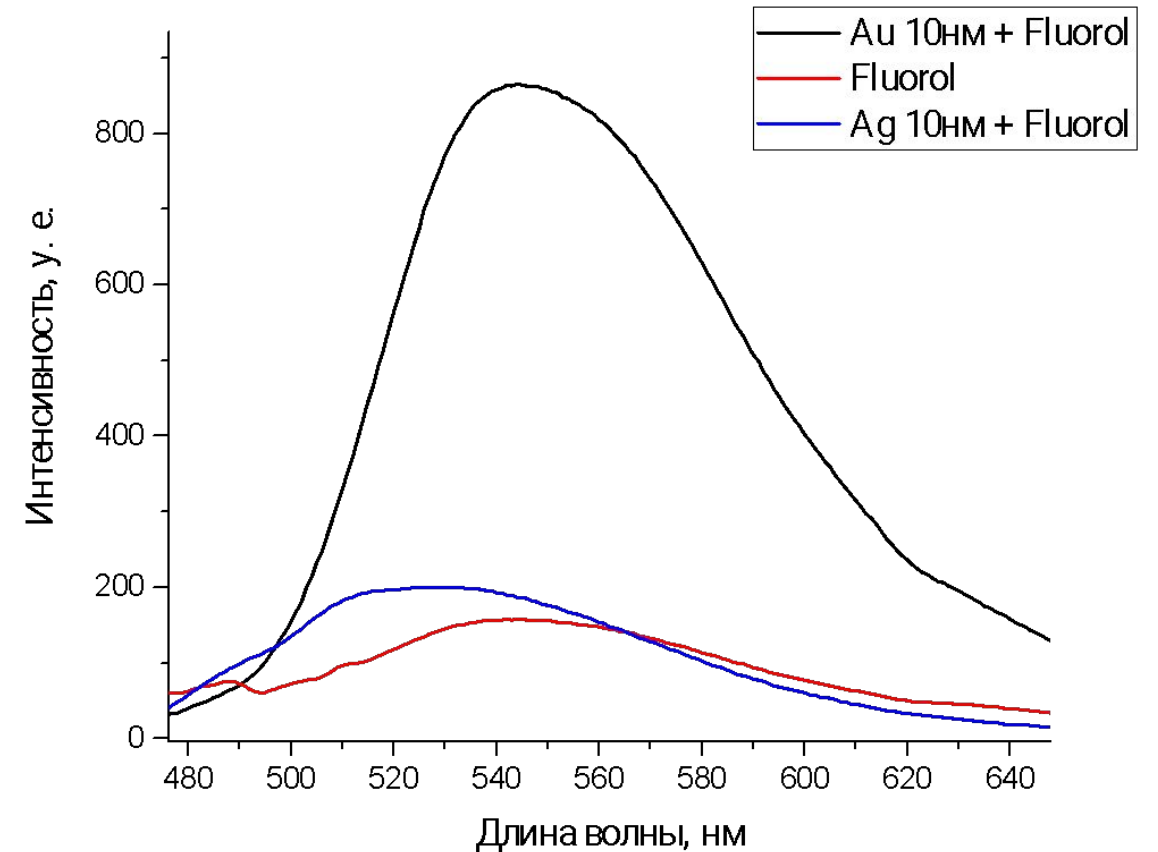
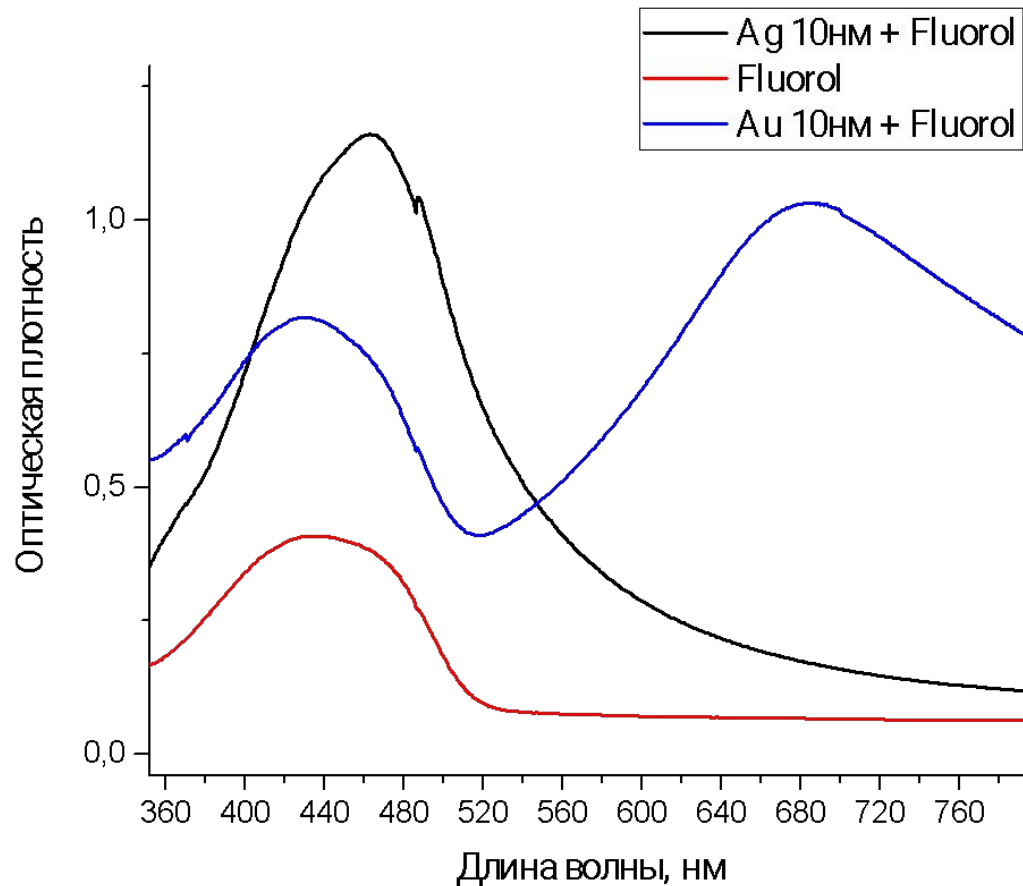


Рис. 12. Спектры оптической плотности (слева) и люминесценции (справа) подложки со слоем красителя Fluorol 555 и образцов на основе металлических наночастиц. Длина волны возбуждения 450нм, $E_m = E_x = 3\text{нм}$

Выводы

- В случае с золотыми частицами и красителем DCM наблюдалось усиление люминесценции органических молекул в ближнем поле металлических наночастиц;
- В случае с красителем Родамин 6Ж в сравнении с серебром золото явно эффективнее тушило люминесценцию молекул;
- Наблюдалось усиление флуоресценции у Fluorol 555. Причем золотые наночастицы показали в разы большее усиление флуоресценции, чем серебряные;
- В будущем предполагается исследование вынужденного излучения данных образцов.

Спасибо за внимание!