

Введение. Вследствие тенденции к миниатюризации компонент электронных систем разработка наномасштабных устройств становится одной из главных задач для современной физики. Изготовление таких приборов требует использования наноразмерных источников белого света с высоким КПД, которые могут быть изготовлены из золотых или кремниевых наночастиц. Но из-за потерь на нагрев в металле и непрямозонной структуры кремния, соответственно, эффективность таких источников мала [1], [2], [3]. Для увеличения излучательной способности структур предлагается использовать комбинации из металла и диэлектрика, что позволяет усилить локальное электрическое поле более чем в 50 раз [4]. Однако современные методы изготовления гибридных наночастиц имеют высокую стоимость и не позволяют изготавливать частицы в больших масштабах.

Основная часть. Данный проект посвящен разработке и реализации метода создания воспроизводимых массивов гибридных наночастиц, на основе которых могут быть сделаны высокоэффективные источники белого света. В рамках проекта создана теоретическая модель таких наносистем, исследованы линейные и нелинейные отклики полученных наночастиц в зависимости от их материального состава, а также продемонстрирована работа наноструктур в качестве источников широкополосного излучения на примере спектров пропускания различных красителей. Для изготовления металлодиэлектрических наночастиц был выбран метод лазерно-индуцированного распада тонкой пленки на частицы разных форм и размеров под воздействием лазерного излучения. Фабрикация частиц осуществлялась с использованием фемтосекундного титан-сапфирового лазера (TIF-100-F4, Avesta Project). В процессе изготовления лазерный импульс сканирует двухслойную металл-диэлектрическую пленку по круговой траектории, в результате чего в центре формируется гибридная структура. Изменение условий сканирования, а также параметров исходной пленки позволяет варьировать состав и размер структур, что напрямую влияет на оптический отклик.

Выводы. Мы надеемся, что результаты проекта внесут весомый вклад в развитие наноразмерных универсальных спектрометров, в основе работы которых лежит возбуждение и детектирование сигнала с использованием наноразмерных излучателей. Главным преимуществом разработанных структур является излучение в широком оптическом диапазоне (от 400 до 950 нм), что позволит применять прибор для всех типов веществ с разными спектрами поглощения света. Например, в медицинских системах диагностики «лаборатории на чипе» (lab-on-chip) [5], [6], [7] такой спектральный анализ позволит значительно уменьшить расход реагентов, за счет своей универсальности: за одно измерение будут исследованы сразу все интересующие биомаркеры в пробе пациента. Тем самым новый тип спектрометра для «лаборатории на чипе» уменьшит время и стоимость исследования, сохранив при этом точность детектирования.

Список использованных источников:

- [1] Lighting up silicon nanoparticles with Mie resonances / Chengyun Zhang, Yi Xu, Jin Liu et al. // Nature Communications. —2018. —Vol.9, no.1. — Pp. 1–7.
- [2] Nonlinear photoluminescence spectrum of single gold nanostructures / Vanessa Knittel, Marco P Fischer, Tjaard de Roo et al.// ACS nano. —2015. —Vol.9, no. 1. — Pp. 894–900.
- [3] Characterization of nanoplasmonic structures by locally excited photoluminescence / Alexandre Bouhelier, Michael R Beversluis, Lukas Novotny // Applied Physics Letters. —2003. — Vol. 83, no. 24. —Pp. 5041–5043.
- [4] Broadband dielectric–metal hybrid nanoantenna: Silicon nanoparticle on a mirror / Hiroshi Sugimoto, Minoru Fujii // Acs Photonics. — 2018. — Vol. 5, no. 5. — Pp. 1986–1993.
- [5] Lab-on-chip technology for chronic disease diagnosis / Jiandong Wu, Meili Dong, Claudio Rigatto et al. // NPJ digital medicine. — 2018. — Vol. 1, no. 1. — Pp. 1–11.

[6] Abgrall, P. Lab-on-chip technologies: making a microfluidic network and coupling it into a complete microsystem—a review / P Abgrall, AM Gue // Journal of micromechanics and microengineering. — 2007. — Vol. 17, no. 5. — P. R15.

[7] Chow, Andrea W. Lab-on-Chip: Opportunities for chemical engineering / Andrea W Chow // American Institute of Chemical Engineers. AIChE Journal. — 2002. — Vol. 48, no. 8. — P. 1590.