

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Павлова Дмитрия Владимировича «**Безабляционная фемтосекундная лазерная печать многофункциональных плазмонных наноструктур и метаповерхностей**», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 - лазерная физика.

Диссертация Павлова Дмитрия Владимировича посвящена разработке прецизионных методов изготовления многофункциональных плазмонных наноструктур и метаповерхностей с использованием метода прямой фемтосекундной лазерной модификации тонких плёнок благородных металлов и их сплавов для реализации сенсорных устройств и управления эмиссией квантовых излучателей в ИК области спектра. Актуальность работы, заключающаяся в развитии простых в использовании, масштабируемых и высокоточных лазерных технологий, позволяющих создавать плазмонные метаповерхности высокого качества для оптической биосенсорики, оптоэлектроники и нелинейной оптики, не вызывает сомнений.

В работе систематически исследованы механизмы одноимпульсной фс лазерной абляции тонких плёнок благородных металлов и их двухкомпонентных сплавов. За счёт вариации ключевых параметров лазерного воздействия продемонстрировано формирование различных типов поверхностных наноструктур: нано-выпуклостей и нано-острий. Продемонстрирована возможность достижения скорости безабляционной фс-лазерной печати таких наноструктур на поверхности плёнок благородных металлов  $\approx 10^7$  наноструктур в секунду за счёт использования принципов мультиплексирования дифракционным оптическим элементом входного лазерного пучка в линейный массив эквидистантных лазерных пучков.

Показано, что изготовленные массивы наноструктур демонстрируют перестраиваемый резонансный оптический отклик с амплитудой резонанса не хуже 40% и добротностью не хуже 11 в спектральном диапазоне 1.5–4.5 мкм. Продемонстрировано более чем стократное усиление интенсивности генерации второй гармоники при облучении массивов изготовленных наноструктур лазерным излучением с длиной волны, спектрально согласованной с положением их коллективного плазмонного резонанса.

Использование изготовленных массивов плазмонных наноструктур позволило реализовать рефрактометрический сенсор, обеспечивающий чувствительность в 1600 нм на единицу показателя преломления при детектировании изменения показателя преломления ряда жидкостей ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ,  $\text{C}_7\text{H}_8$ ) и их смесей.

Согласование спектра люминесценции наноразмерного слоя квантовых точек теллурида ртути, нанесённых на массив напечатанных золотых нано-выпуклостей, и положения их коллективного плазмонного резонанса, обеспечило пятикратное увеличение интенсивности спонтанной эмиссии квантовых точек.

Основные результаты диссертации апробированы на международных конференциях и опубликованы в ведущих научных журналах из перечня ВАК. Отмечая высокую научную и практическую ценность диссертационной работы Д.В. Павлова, отмечу следующие недостатки:

- в задачах работы указано детальное изучение механизмов взаимодействия лазерных импульсов с плёнками благородных металлов *различной* толщины, однако из текста автореферата неясно влияние толщины плёнок благородных металлов на форму изготавливаемых наноструктур;
- в третьем защищаемом положении указана возможность идентификации осаждённых на поверхность сенсорного элемента диэлектрических слоёв толщиной до 1 нм, однако из текста автореферата неясно, чем обоснована данная оценка;
- в тексте автореферата встречаются синтаксические ошибки.

Однако указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на её положительную оценку. Считаю, диссертация Павлова Дмитрия Владимировича является законченной научно-исследовательской работой. По своей актуальности и значимости научных результатов, а также по списку публикаций работа удовлетворяет требованиям положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 - лазерная физика.

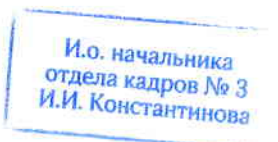
### **Маньшина Алина Анвяровна**

доктор химических наук, профессор кафедры лазерной химии и лазерного материаловедения, зам директора института химии по науке Санкт-Петербургского государственного университета, Институт химии, г. Санкт-Петербург

Россия, 198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский проспект, дом 26. Институт химии СПбГУ

e-mail: a.manshina@spbu.ru

*Подпись Маньшиной А.А. заверяю*



*Копия  
17.02.2023*

Текст документа размещен  
в открытом доступе  
на сайте СПбГУ по адресу  
<http://spbu.ru/science/expert.htm>

