

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Кирьянова Максима Андреевича на тему: «Фемтосекундная динамика оптического отклика металл-диэлектрических метаповерхностей и магнитоплазмонных кристаллов» по специальности 1.3.19. Лазерная физика

Диссертационная работа Кирьянова М.А. посвящена ряду актуальных проблем в области динамического переключения металлических и металл-диэлектрических плазмонных наноструктур. Поверхностные плазмонные резонансы представляют широкий интерес благодаря возможности управлять свойствами световых волн, например, волновым фронтом, интенсивностью, поляризацией, и позволяют локально усилить электромагнитное излучение на масштабах меньше дифракционного предела. В настоящее время ведется обширная работа по поиску новых методов и подходов к управлению в реальном времени свойствами плазмонных структур и характеристиками поддерживаемых ими резонансов. Подобные эффекты могут быть использованы для разработки высокоскоростных оптических устройств передачи и обработки информации, элементов лазерной техники, оптических сенсоров, интегральных оптических систем. Одним из наиболее перспективных методов динамического управления оптическим откликом является воздействие мощным фемтосекундным импульсом на плазмонные структуры. В этой связи актуальность диссертационной работы Кирьянова Максима Андреевича, посвященной исследованию сверхбыстрых резонансных эффектов в гибридных металл-диэлектрических плазмонных метаповерхностях и плазмонных кристаллах, не вызывает сомнений.

Диссертационная работа состоит из введения, главы, посвященной обзору литературы по исследуемой теме, и трех глав, в которых представлены оригинальные результаты, заключения и списка цитируемой литературы. Объем составляет 152 страницы, включая 70 рисунков. В списке литературы – 156 наименований.

Во введении изложены актуальность исследования и степень разработанности темы, сформулированы задачи и приведены защищаемые положения. В первой главе представлены основные экспериментальные методы и теоретические модели, использованные в работе. Вторая глава посвящена исследованию сверхбыстрого оптического отклика гибридной плазмонной метаповерхности на основе висмут-замещенного железо-иттриевого граната и золотых наносфер. В третьей главе анализируется влияние пространственного профиля одномерных никелевых плазмонных кристаллов на сверхбыструю динамику дифференциального отражения. В четвертой главе рассматривается динамика величины экваториального магнитооптического эффекта Керра в спектральных окрестностях бегущих и стоячих плазмонных резонансов при сверхбыстром размагничивании никелевых плазмонных кристаллов.

Основные результаты работы состоят в следующем:

1. Продемонстрирован эффект изменения коэффициента пропускания металл-диэлектрической плазмонной метаповерхности при поглощении фемтосекундного лазерного импульса. Были выделены вклады от нагрева электронов в металле и инъекции носителей из металла в диэлектрик в общую динамику сверхбыстрого оптического отклика.

2. Показано, что геометрические параметры поверхности никелевого плазмонного кристалла определяют зависимость коэффициента отражения в окрестности плазмонного резонанса от электронной и фононной температур.

3. Обнаружено, что при неоднородном фемтосекундном размагничивании никелевых магнитоплазмонных кристаллов величина экваториального магнитооптического эффекта Керра в спектральной окрестности бегущего плазмонного резонанса соответствует средней намагниченности вдоль поверхности. В спектральной окрестности стоячего плазмонного резонанса величина эффекта Керра зависит также от степени неоднородности.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, написана грамотным языком, хорошо структурирована. На основании изложенных в диссертации результатов формулируются обоснованные выводы и положения. Полученные результаты являются оригинальными и обладают научной новизной. Результаты опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, неоднократно докладывались на российских и международных конференциях. Кроме того, результаты экспериментальных исследований выполнены на современном оборудовании, находятся в хорошем соответствии с литературными данными и согласуются с численными моделями и аналитическими расчетами. Все это указывает на высокую степень достоверности представленных результатов.

Тем не менее, хотелось бы сделать несколько замечаний:

1. В главе 2 резонанс квазиволноводной моды и поверхностный решеточный резонанс спектрально разнесены. Работа бы только выиграла, если бы автор проанализировал возможность изменения геометрии метаповерхности таким образом, чтобы эти резонансы оказались спектрально перекрыты? Увеличится ли при этом добротность резонансов?

2. В главе 2 не указаны данные о производителе образца, а также о времени и месте его изготовления.
3. В главе 3 представлен способ управления релаксационной кривой дифференциального отражения плазмонных кристаллов с помощью геометрических параметров поверхности. Можно ли увеличить диапазон управления, используя другие материалы?
4. Существуют ли способы оптимизации геометрии поверхности плазмонного кристалла, позволяющие усилить эффект изменения знака экваториального магнитооптического эффекта Керра, описанный в главе 4?
5. Представленные в тексте диссертации теоретические модели и проведенные расчеты недостаточно отражены в тексте автореферата.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.19. Лазерная физика (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1- 2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Кирьянов Максим Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,
профессор кафедры общей физики физического факультета,
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова»
Манцызов Борис Иванович

« 25 » ноября 2025

Контактные данные:

тел.: +7(495)939-14-89, e-mail: mantyzov@phys.msu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.04.05 – Оптика

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 2

тел.: +7(495)939-14-89, e-mail: mantyzov@phys.msu.ru

Подпись сотрудника ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова», физического факультета Б.И. Манцызова удостоверяю:

« » _____ 2025