

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию И.А. Нечепуренко  
«Исследование свойств плазмонных структур и их возможные приложения»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.13 – Электрофизика,  
электрофизические установки

Диссертационная работа И.А. Нечепуренко посвящена исследованию исследованию свойств плазмонных структур, а именно плазмонных фотонных кристаллов, плазмонных генераторов, спазеров и их возможным применениям.

**Актуальность исследования.** В связи с активным развитием плазмоники в последнее время тематика диссертации чрезвычайно актуальна. Плазмонные наноструктуры способны создать высокую локализацию электромагнитного поля в субволновой (по одной или нескольким координатам) области пространства. Рост локальной интенсивности поля позволяет, в частности, достичь высокой чувствительности плазмонных сенсорных схем, которые уже нашли практическое применение в различных областях физики, биологии и химии. Значительная часть диссертации посвящена быстроразвивающейся области – активной плазмонике, одним из основных элементов которой является плазмонный лазер – спазер. Использование спазера позволяет разрабатывать новые методы спектроскопии, а также новые источники плазмонов. Таким образом, исследование плазмонных структур в целом и активных плазмонных структур в частности является актуальной задачей.

**Автореферат** достаточно полно отражает содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения и списка литературы, включающего 215 наименований.

Во введении обсуждаются актуальность, новизна, достоверность и практическая ценность полученных результатов. Также обсуждаются цели исследования, положения, выносимые на защиту, и приведены публикации по теме диссертации.

Первая глава является обзором литературы, в котором показано, какое место занимают решенные задачи среди большого объема имеющегося материала. Также в ней даны общие сведения, необходимые для последующего изложения: о плазмонике, метаматериалах, фотонных кристаллах и спазерах.

Во второй главе исследуются одномерные плазмонные фотонные кристаллы, элементарная ячейка которых состоит из двух слоев -металла и диэлектрика. Производится классификация таких систем, при этом определены параметры,

определяющие качественный вид зонной структуры. Автором получен критерий возникновения эффекта отрицательного преломления света на границе плазмонного кристалла.

Третья глава посвящена исследованию плазмонного генератора на основе параболической канавки в металле. В качестве активной среды предложено использовать квантовые точки. Произведен расчет коэффициента усиления плазмонной волны, распространяющейся по дну канавки. Также исследовано влияние насыщаемого поглотителя на режим генерации. Показано, что в случае добавления насыщаемого поглотителя, который может быть выполнен в виде квантовых точек, в спазере возникает импульсный квазипериодический режим генерации. Подобный нестационарный режим может быть использован для создания высокочастотного источника плазмонных импульсов.

Четвертая глава посвящена вопросам измерительных и сенсорных применений плазмоники. В частности, рассматривается система, в которой плазмон возбуждается на поверхности металлической пленки, нанесенной на оптический световод. Указывается на возможность использования меди в качестве альтернативы золоту в телекоммуникационном диапазоне длин волн при создании датчиков показателя преломления. Также предлагается новый метод спазерной внутривибрационной спектроскопии, основанный на использовании плазмонных генераторов в различных геометриях. Рассматривается возможность одновременного достижения высокой чувствительности к поглощению наряду с субволновым пространственным разрешением. Кроме того, показано, что поглощение в плазмонном резонаторе спазера способно не только привести к срыву, но и к началу генерации, что также может послужить основой для создания датчиков поглощения. В конце четвертой главы предлагается метод усиления комбинационного рассеяния света за счет использования поверхностной волны фотонного кристалла. Последний результат имеет особое значение, поскольку спектроскопия комбинационного рассеяния света крайне важна для практических применений.

**Научная новизна и достоверность результатов.** Представленная работа содержит ряд новых результатов, из которых наиболее значимыми являются следующие.

1. Автором проанализированы различные зонные структуры одномерного плазмонного кристалла. Получен критерий возникновения эффекта отрицательного преломления в одномерных плазмонных фотонных кристаллах.

электродинамические уравнения».

Кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.13 «Электродинамика, ВАК к кандидатской диссертации, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени Представленная работа, безусловно, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым опубликованы в авторитетных рецензируемых научных журналах.

Результаты диссертационной работы являются новыми, достоверными и актуальными, и аналитическими, так и численными методами современной теоретической физики. диссертационной работы И.А. Нечепуренко продемонстрировал владение как диссертации. В целом работа выполнена на достаточно высоком научном уровне. Автор **Оценка диссертации в целом.** Сделанные замечания не умаляют общих достоинств

чувствительность спазерной спектроскопии.

среды наряду со значениями дипольных моментов существенно влияют на внимание уделяется выбору активной среды. При этом времена релаксации активной 2. В четвертой главе в разделах, посвященных активной плазмонике, недостаточное из диссертации некоторых результатов с целью получения более однородной работы.

различным вопросам плазмоники. Значительный объем материала допускает исключение 1. В главах 2 – 4 решаются достаточно разнообразные задачи, которые посвящены **В качестве замечаний хотелось бы заметить следующее.**

результатами численных экспериментов.

представлениям о характере явлений в исследуемых объектах и совпадением с Достоверность результатов подтверждается их соответствием известным списка ВАК и выступлениями на российских и международных конференциях.

Научная новизна подтверждается публикациями в рецензируемых журналах из

резонансного узкополосного полотителя.

4. Предсказан эффект возникновения генерации спазера при добавлении в систему плазмонного генератора.

3. Предложен новый метод внутрирезонаторной спектроскопии поглощения на основе добротности.

2. Показано, что добавление насыщающего полотителя в плазмонный резонатор спазера на основе параболической канавки приводит к возникновению режима пассивной модуляции

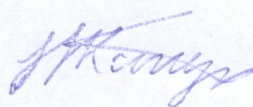
**Заключение.** По положению ВАК, кандидатская диссертация является научно-квалификационной работой. Исходя из представленного на защиту материала, можно с уверенностью констатировать, что соискатель И.А. Нечепуренко обладает квалификацией кандидата наук, а диссертация полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Она соответствует п. 9-11 положения "О порядке присуждения ученых степеней".

Профессор кафедры физической химии

Национального исследовательского технологического университета "МИСиС"

доктор физ.-мат. наук

Капуткина Наталия Ефимовна



Отзыв профессора кафедры физической химии НИТУ "МИСиС",  
доктора физ.-мат. наук Н. Е. Капуткиной заверяю:

Проректор по общим  
Исаев И.М.



Данные официального оппонента по диссертации - Н.Е. Капуткиной:

Почтовый адрес: 119991 Москва, Ленинский проспект, д. 4, НИТУ «МИСиС»

Телефон (рабочий): +7 495 638-4667

Электронная почта: [kaputkina@mail.ru](mailto:kaputkina@mail.ru); [nataly@misis.ru](mailto:nataly@misis.ru)