

Отзыв

на автореферат диссертации Лотина Андрея Анатольевича «Светуправляемые функциональные материалы и наноструктуры для фотонных устройств» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.6. «Нанотехнологии и наноматериалы»

Представленная к защите диссертационная работа Андрея Анатольевича Лотина посвящена одной из самых актуальных и быстроразвивающихся областей современной науки и техники – созданию принципиально новых материалов и устройств для фотоники будущего. Работа выполнена на стыке материаловедения, нанотехнологий, оптики и физики конденсированного состояния и представляет собой комплексное, глубокое и оригинальное исследование, имеющее значительную научную новизну и высокую практическую значимость.

Тема диссертации находится на переднем крае мировой науки и напрямую отвечает стратегическим вызовам, стоящим перед Российской Федерацией в области технологического суверенитета и развития критически важных технологий.

Актуальность работы обусловлена исчерпанием потенциала традиционной кремниевой электроники. Как справедливо отмечает автор, дальнейший рост производительности вычислительных систем на основе электронов стал физически и технологически ограниченным. Альтернативой является переход к фотонике, где носителем информации выступает фотон, обладающий рядом фундаментальных преимуществ: сверхвысокая скорость (менее 100 фс), огромная пропускная способность (до 1 Тб/с), энергоэффективность и помехоустойчивость. Таким образом, диссертационное исследование А.А. Лотина предлагает решения для устройств, которые будут востребованы в ближайшие 5-10 лет.

Диссертация характеризуется высокой степенью научной новизны, подтвержденной серией полученных результатов, существенно продвигающих границы современных знаний в области функциональных наноматериалов, среди которых:

- Обнаружение и объяснение эффекта временной задержки между изменением коэффициентов отражения и пропускания в пленке GeTe при лазерной реаморфизации. Этот фундаментальный эффект, обусловленный различной глубиной проникновения процессов в приповерхностном слое и объеме пленки, открывает путь для создания сверхкомпактных оптических линий задержки – ключевого элемента для оптических вычислений и телекоммуникаций.
- Впервые продемонстрирована 50%-ная оптическая модуляция телекоммуникационного сигнала (1550 нм) в волноводной структуре с активным слоем из $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$. Это принципиальный шаг к созданию полностью оптических запоминающих устройств и нейроморфных процессоров, где информация кодируется и обрабатывается светом, а не электрическим током.
- Установлена немонотонная зависимость времени жизни экситонов в квантовых ямах $\text{Mg}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}/\text{Cd}_y\text{Zn}_{1-y}\text{O}$ от их ширины, что позволило достичь рекордно коротких времен (~144 пс). Это открытие критически важно для разработки

импульсных УФ-лазеров пикосекундной длительности, востребованных в спектроскопии, литографии и медицине.

- Выявлена кластерная природа ферромагнетизма в пленках $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ и установлена связь между ориентацией нанокластеров Co и магнитной анизотропией. Это позволяет целенаправленно проектировать материалы для спинтроники и магнитооптических устройств.
- Разработан оригинальный метод синтеза наночастиц Ag и Au с контролируемыми размерами (3-20 нм), что позволило систематически исследовать и использовать эффект поверхностного плазмонного резонанса для трехкратного усиления люминесценции в гибридных структурах « ZnO/Ag ». Это открывает возможности для создания высокоэффективных УФ-лазеров и сенсоров.
- Впервые исследована динамика переключения удельного сопротивления в пленках $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ под действием фемтосекундных импульсов, что позволило выделить вклад фотоиндуцированных носителей, тепловых эффектов и собственно процесса кристаллизации. Эти данные являются основой для создания оптомемристоров – гибридных элементов для нейроморфных систем.

Все эти результаты не являются инкрементальными улучшениями, а представляют собой качественные скачки в понимании физики процессов и возможностей управления свойствами материалов. Они опубликованы в ведущих международных журналах (*Applied Physics Letters*, *Optics and Laser Technology*, *Journal of Materials Chemistry C* и др.), что подтверждает их признание мировым научным сообществом.

Практическая значимость диссертационной работы А.А. Лотина чрезвычайно высока и многогранна. Автор не ограничился фундаментальными исследованиями, а продемонстрировал прямой путь от материала к работающему прототипу устройства. Таким образом, практическая значимость работы не носит декларативный характер. Автор предлагает конкретные, работоспособные решения для создания нового поколения фотонных устройств.

При этом у меня возникло несколько замечаний по автореферату.

1. В тексте реферата есть ссылки на работы других авторов, например, на стр. 3: Zhatg et al., *Nature Materials* 2019. При этом списка процитированной литературы в автореферате нет и однозначно найти указанную работу по приведенным данным, как и другие, достаточно сложно.

2. Есть несколько неточных формулировок, например, “перпендикулярная анизотропия”.

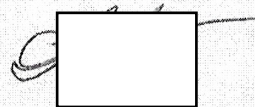
3. Еще пример неточной формулировки: “Разрывающиеся химические связи нанокластеров под действием внешнего электрического поля образуют лавины” (стр. 15).

4. В разделе *Методология* говорится об установлении взаимосвязей между структурой, составом и свойствами. Первичен все-таки состав, а затем структура и свойства.

Указанные замечания не снижают в целом положительного впечатления от диссертационной работы. Считаю что, диссертационная работа Андрея Анатольевича Лотина «Светуправляемые функциональные материалы и

наноструктуры для фотонных устройств» является серьезным научным трудом, отвечающим требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», а её автор Лотин Андрей Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени доктор технических наук по специальности 2.6.6. «Нанотехнологии и наноматериалы».

Доктор физико-математических наук,
директор института физики,
зав. кафедрой физической электроники
Российского государственного педагогического
университета им. А.И. Герцена,
Колобов Александр Владимирович



РГПУ им. А.И. ГЕРЦЕНА

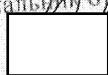
подпись

Колобов А.В.

удостоверяю «06» ОКТ 2025 20

Отдел кадров управления по работе с кадрами
и организационно-контрольному обеспечению

Начальник отдела кадров



Антонова Е.С.

06 ОКТ 2025



Адрес: 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки 48, корпус 2, аудитория 361
Тел.: +7 (812) 643-77-67 (добавочный 27 65)
E-mail: akolobov@herzen.spb.ru