

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Салогуб Татьяны Олеговны  
**«Разработка основ технологии получения гетероструктур на основе галогенидных перовскитов для повышения мощности фотопреобразователей в условиях низкой освещенности»**,  
представленную на соискание учёной степени  
кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование  
для производства материалов и приборов электронной техники.

Диссертационная работа Салогуб Т.О. посвящена актуальной проблеме повышения эффективности перовскитных фотопреобразователей в условиях низкой освещенности. С точки зрения физики полупроводников и оптоэлектроники, работа представляет значительный интерес, поскольку в ней исследуется ключевой аспект — согласование оптических свойств фотоактивного слоя со спектральными характеристиками источника излучения.

Автором получен ряд важных научных результатов, имеющих как фундаментальное, так и прикладное значение:

1. Разработана и экспериментально реализована методика формирования компактных слоев NiO с оптимальными оптическими свойствами (высокое пропускание в видимой области, низкая шероховатость), обеспечивающая эффективный транспорт дырок и минимизацию оптических потерь на входе в устройство.
2. Проведен детальный спектральный анализ соответствия края поглощения перовскитов различного состава ( $E_g = 1,60\text{--}1,97$  эВ) спектрам излучения LED-ламп с цветовой температурой от 1700 до 6500 К. Установлено, что максимальная эффективность преобразования (36,1% при 1000 лк) достигается при  $E_g = 1,72$  эВ и цветовой температуре 1700 К, что объясняется оптимальным перекрытием спектра поглощения и спектральной плотности мощности источника.
3. Впервые проведен расчет теоретического предела Шокли-Квайссера для LED-освещения с различной цветовой температурой и выполнено сопоставление с экспериментальными данными. Показано, что достигнутые значения КПД (до 72% от предела) оставляют значительный резерв для улучшения, в первую очередь за счет повышения напряжения холостого хода и фактора заполнения.
4. Оптимизирована толщина фотоактивного слоя (350–600 нм) для обеспечения полного поглощения фотонов в области края фундаментального поглощения, где локализован максимум спектральной плотности мощности LED-источников.

Работа выполнена с использованием современных методов оптической и электронной микроскопии, спектрофотометрии, измерения внешней квантовой эффективности. Достоверность результатов подтверждается их публикацией в ведущих рецензируемых журналах и апробацией на международных конференциях.

При знакомстве с авторефератом возникли следующие вопросы и замечания:

1. В работе исследованы четыре состава перовскита с различной шириной запрещенной зоны, однако из автореферата неясно, проводилось ли исследование фотолуминесценции (стационарной и время-разрешенной) для оценки качества объемной и поверхностной пассивации. Данные по времени жизни носителей заряда были бы крайне полезны для понимания рекомбинационных потерь, особенно в условиях низкой инжекции.
2. На рис. 11 представлены спектры внешней квантовой эффективности (EQE). Интегральные значения тока короткого замыкания, рассчитанные из EQE, хорошо коррелируют с измеренными  $J_{sc}$ ? Это важный тест для оценки корректности спектральных измерений.
3. Из текста автореферата неясно, учитывалось ли при расчете падающей мощности и КПД изменение спектрального состава излучения в зависимости от угла падения света. В



реальных помещениях освещение является диффузным, и спектр может отличаться от измеренного при нормальном падении.

4. В качестве пожелания для дальнейших исследований можно рекомендовать более детальное изучение морфологии перовскитных пленок в зависимости от состава и толщины методами атомно-силовой микроскопии с корреляцией с оптоэлектронными свойствами.

Указанные вопросы не снижают общей высокой оценки работы. Диссертационная работа Салогуб Т.О. является завершенным научным исследованием, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Отдела лазерных материалов и фотоники,  
ИОФ РАН

**Сметанин Сергей Николаевич**

 / Сметанин С.Н.

Подпись Сметанина С.Н. заверяю.

Дата: 16.03.2025

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»,  
119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38  
Телефон: +7 (499) 503-8734  
e-mail: [office@gpi.ru](mailto:office@gpi.ru)



 Сметанин С.Н.

ЗАВЕРЯЮ

СЕКРЕТАРЯ

ИОФ РАН

ГЛУШКОВ В.В.