

## Рецензия на бакалаврскую работу О. Ю. Урханова

### «Исследование перовскитных материалов для элементов фотовольтаики»

Тема бакалаврской работы Озона Юрьевича Урханова «Исследование перовскитных материалов для элементов фотовольтаики» представляет существенный научный и практический интерес в области электроники и солнечной энергетики. Эффективность лабораторных образцов перовскитных солнечных элементов в последние несколько лет сравнялась с промышленными однокаскадными кремниевыми солнечными элементами, однако определенные технологические трудности осложняют крупномасштабное производство перовскитных солнечных элементов. В студенческой работе затронуты важные проблемы, решаемые в этой области: замена элементов гибридных перовскитов на альтернативные варианты, а также легирование галоидных перовскитов для контролируемого создания *n*- и *p*-типа проводимости полупроводника.

В качестве достоинств работы можно выделить логичное и грамотное изложение текста с цитированием в литературном обзоре последних публикаций по исследуемой теме. Кроме того, в работе обоснованно применяются современные методы диагностики материалов: электронная микроскопия, рентгеновская дифрактометрия, спектрофотометрия отражения и катодлюминесцентная микроспектрометрия. Наиболее важные выводы, по моему мнению, связаны со сравнением катодлюминесцентных измерений с литературными данными о фотолюминесценции хлорида свинца-цезия и выводы о соответствующем влиянии на спектральные зависимости введения различных количеств примеси титана.

К недостаткам работы можно отнести недостаточно полное описание синтеза исследуемых материалов. Кроме того, из представления работы следует, что результаты получены на единичных образцах, без какой-либо статистической обработки, что вызывает вопрос о воспроизводимости

экспериментов. За исключением катодолюминесценции, анализ прочих результатов изложен в предельно сжатой форме или упоминаются вскользь. Так, например, указывается, что присутствие титана и его количественное изменение подтверждено результатами энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDX), однако сами результаты в работе не приведены.

Указанные замечания не повлияли на общее положительное впечатление от текста работы. Бакалаврская работа заслуживает оценки «отлично», а ее автор Озон Юрьевич Урханов — присвоения квалификации «бакалавр».

Ассистент каф. микро- и нанoeлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Матюшкин Л.Б.

