

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Елизарова Максима Сергеевича  
«ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРОВСКИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ  
ФОТОВОЛЬТАИКИ»,  
представленную на соискание академической степени бакалавра физики

Тема работы М.С. Елизарова связана с актуальными в настоящее время исследованиями по созданию элементов фотовольтаики нового поколения на основе галогенидных перовскитных соединений. Одной из основных проблем, связанных с применением таких материалов в современной фотовольтаике, является необходимость контролируемого изменения их оптических и электрофизических характеристик. В этой связи, работа М.С. Елизарова посвящена исследованию эффектов допирования и со-допирования перовскитных соединений на их оптические характеристики с целью повышения активности перовскитного материала для преобразования солнечной энергии в элементах фотовольтаики.

Конкретные задачи работы состояли в исследовании спектроскопическими методами серии образцов на основе перовскитного соединения  $\text{CsPbBr}_3$  при замещении ионов свинца гетеровалентными ионами  $\text{Bi}^{3+}$  и  $\text{Ag}^+$  для установления возможности целенаправленного изменения структурных дефектов, что является ключевой задачей для контролируемого изменения оптических и электрофизических характеристик перовскитных материалов.

В ходе выполнения работы М.С. Елизаровым получен ряд интересных и новых результатов. В частности, сделан вывод о том, что в зависимости от соотношения гетеровалентных со-допантов возможны как их полная компенсация друг другом, так и компенсация избыточного со-допанта собственными дефектами, чей тип зависит от типа допанта. Также установлено влияние типа допантов и соотношения со-допантов на направленность процесса фотостимулированного дефектообразования – от фотостимулированного окрашивания до фотостимулированного обесцвечивания.

М.С. Елизаровым проделан большой объем экспериментальной работы, превосходящий обычный объем подобных исследований. Диссертант продемонстрировал способность к достаточно сложной экспериментальной работе начиная от синтеза и детальной физико-химической характеристики исследуемых соединений, проведения их спектроскопических исследований, и заканчивая анализом спектрально-кинетических зависимостей фото процессов.

При выполнении бакалаврской работы М.С. Елизаров проявил себя как исключительно работоспособный человек с высокой степенью мотивации к исследовательской работе. В целом, его работа заслуживает отличной оценки, а ее автор достоин присуждения ему квалификации бакалавра физики.

Профессор кафедры фотоники  
физического ф-та СПбГУ,  
д.ф.-м.н.



/А.В. Емелин/