

## ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета Чижова Юрия Владимировича на диссертацию Штаревой Анны Владимировны на тему «Оптические и фотокаталитические свойства гетероструктур из висмутата и карбоната стронция», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

В рассматриваемой диссертационной работе А.В. Штаревой представлены результаты исследований оптических и фотокаталитических свойств нового класса фотоактивных материалов – гетероструктур из висмутата и карбоната стронция в зависимости от их состава и структуры.

### **Актуальность темы выполненной работы.**

Получение и исследование свойств новых фотоактивных материалов с целью повышения их эффективности продолжает оставаться в мейнстриме физики конденсированного состояния. Особую актуальность данному исследованию придает глобальный энергетический кризис, стремление к развитию «безуглеродной» энергетики, в том числе солнечной энергетики, формирующий запрос на создание новых материалов. Поиск новых фотокатализаторов побуждает модифицировать электронную структуру базовых полупроводниковых материалов различными методами. В этой связи безусловный научный и практический интерес представляет создание и исследование материалов с новыми характеристиками, возникающими в результате комбинирования электронных свойств в полупроводниковых гетероструктурах, в частности, из висмутата и карбоната стронция. Все упомянутое выше делает диссертационную работу А.В.Штаревой действительно актуальной.

**Научная новизна работы** обусловлена тем, что синтезированы и детально исследованы оптические, структурные, электронные и фотокаталитические свойства новых перспективных полупроводниковых гетероструктур, состоящих из висмутатов стронция различного состава и карбоната стронция.

**Теоретическая и практическая значимость работы** состоят в том, что, с одной стороны, предложена физическая модель, позволяющая предсказать новые гетероструктуры с повышенной фотокаталитической активностью, а, с другой, высокая фотокаталитическая активность синтезированных гетероструктур может быть использована в системах экологической значимости, включая фоторазложение воды и восстановления углекислого газа.

### **Степень достоверности результатов работы**

Достоверность результатов обеспечена использованием современных экспериментальных методик и оборудования, устойчивой воспроизводимостью экспериментальных данных, непротиворечивостью результатов диссертационной работы современным представлениям физики конденсированного состояния. Результаты данной работы были опубликованы в 33 статьях в рецензируемых журналах и докладывались на 27 международных и всероссийских конференциях.

## **Общая характеристика работы**

Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения и библиографического списка. Работа содержит 145 страниц. Библиографический список содержит 96 наименований.

В **главе 1** представлен обзор литературных источников, относящихся к теме диссертационной работы и затрагивающих изучение структурных, оптических и фотокаталитических свойств висмутатов стронция и гетероструктур на их основе. Рассмотрены критерии создания гетероструктур, выбора со-катализатора, использования соединений с достаточно малой шириной запрещенной зоны, сопоставимой с шириной запрещенной зоны базового фотокатализатора. Литературный обзор является достаточно полным, хорошо и подробно написанным, дающим читателю полноценный материал для быстрого вхождения в тему исследования. Судя по обзору, автор диссертации хорошо знаком с современными представлениями о создании гетероструктур как способе изменения электронной структуры полупроводниковых материалов.

В **главе 2** приводится описание новых способов модифицированного твердофазного синтеза гетероструктур, состоящих из висмутата стронция и карбоната стронция  $\text{Sr}_6\text{Bi}_2\text{O}_{11}/\text{SrCO}_3$ , методов их физико-химической характеристики и методов определения фотокаталитической активности. Измерение размеров частиц висмутатов стронция различного состава и карбоната стронция, из которых впоследствии были получены исследуемые гетероструктуры, также входило в комплект методик исследования и неожиданно оказалось принципиально важным для интерпретации фотокаталитических данных.

В **главе 3** представлены основные результаты изучения влияния относительного состава гетероструктуры висмутата стронция/карбоната стронция (BC/KC) на фотокаталитическую активность. Показано, что значительное увеличение фотокаталитической активности гетероструктур висмутат стронция/карбонат стронция наблюдается лишь при определенных несимметричных соотношениях между висмутатом и карбонатом стронция.

Интересно отметить, что наблюдаемое увеличение фотокаталитической активности гетероструктур висмутат стронция/карбонат стронция не связано с дополнительным оптическим поглощением, не зависит ни от технологии синтеза гетероструктур, ни от типа используемого фотокаталитического молекулярного маркера. С использованием оригинальной числовой модели установлено, что максимальная фотокаталитическая активность гетероструктур из висмутата и карбоната стронция наблюдается при условиях, при которых образуется наибольшее количество контактов между висмутатом и карбонатом. Таким образом, диссертант привел убедительное свидетельство, что такой простой параметр как относительные размеры частиц, входящих в гетероструктуру, может являться определяющим для предсказания их фотокаталитической активности.

## **Вопросы и замечания.**

1. Замечания общего характера: обзор несколько избыточен деталями исследований предшественников, а описанию экспериментальных методик работы не хватает подробностей.

2. Хорошо известно высокое сродство атомов стронция к углекислому газу. Наблюдалась ли хемосорбция  $\text{CO}_2$  на поверхности гетероструктур из висмутата и карбоната стронция?

Диссертация Штаревой Анны Владимировны на тему: «Оптические и фотокаталитические свойства гетероструктур из висмутата и карбоната стронция» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Штарева Анна Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Председатель диссертационного совета

Д. ф.-м.н., доцент, профессор с  
возложенными обязанностями  
заведующего кафедрой  
фотоники СПбГУ



Чижов Юрий Владимирович

Дата: 9 мая 2022