

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Рябчука Владимира Константиновича на диссертацию Маевской Марии Вячеславовны на тему «Влияние типа гетероструктур на фотостимулированное изменение гидрофильности поверхности оксидов металлов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа Маевской Марии Вячеславовны посвящена экспериментальным исследованиям электронных факторов, приводящих к изменению гидрофильности поверхности нанопокрывтий на основе оксидов металлов. В качестве основного подхода для установления таких факторов в работе использован прием формирования гетероструктур, в которых реализуется направленное разделение носителей зарядов, что позволило установить характер влияния локализации на поверхности нанопокрывтий того или иного типа носителей заряда на изменение гидрофильности поверхности при фотовозбуждении. Такой подход является оригинальным в исследованиях эффекта фотоиндуцированного изменения гидрофильности поверхности твердотельных материалов и, несомненно, определяет новизну данной работы.

Актуальность представленной работы определяется важностью решаемой именно сегодня апоблемой формирования покрытий с заданной или контролируемой в реальном времени гидрофильностью поверхности различных материалов, используемых при создании самоочищающихся покрытий и селективных мембран. Предлагаемый в работе подход по созданию гетероструктурных покрытий открывает новые перспективы практического применения таких материалов, способных к контролируемому изменению гидрофильности их поверхности в реальном времени, в том числе, за счет изменения спектральной области фотовозбуждения.

Диссертация состоит из введения, литературного обзора, 4 экспериментальных глав, основных результатов и выводов, и списка цитируемых в диссертации публикаций, включающих 157 источников, отражающих современное состояние исследований.

Во **введении** сформулированы цель и задачи работы и положения, выносимые на защиту. Сформулированные цель, задачи и защищаемые положения полностью соответствуют теме диссертационной работы. Также во введении представлены сведения, подтверждающие достоверность полученных результатов и сделанных выводов на основании выбранных методов и подходов проведенных исследований и списка публикаций и выступлений на конференциях Маевской Марии Вячеславовны по теме диссертации.

**Первая глава** диссертации представляет собой обзор научной литературы, относящейся к исследованию гидрофильности поверхности, эффекту фотостимулированного изменения гидрофильности поверхности фотоактивных материалов, обсуждению основных предлагаемых механизмов и гипотез, объясняющих

данный эффект, а также методов и подходов по целенаправленному изменению гидрофильности поверхности различных материалов. Представленный обзор в полной мере отражает современное состояние исследований и развития технологий, направленных на формирование функциональных покрытий с заданными гидрофильными свойствами.

**Во второй и третьей главах** диссертации представлены методики синтеза исследованных в работе гетероструктурных покрытий:  $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}/\text{ZnO}$ ,  $\text{BiVO}_4/\text{TiO}_2$ ,  $\text{BiVO}_4/\text{ZnO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5/\text{ZnO}$ , где верхним слоем является  $\text{TiO}_2$  или  $\text{ZnO}$ , описание экспериментальных методов исследований и физико-химической характеристики сформированных гетероструктурных покрытий и результаты проведенной характеристики, демонстрирующих формирование целевых гетероструктур. Особое внимание уделено методикам получения воспроизводимого состояния образцов, что позволило проводить комплексные исследования фотопроцессов различными методами. Набор выбранных методов физико-химической характеристики и исследований и воспроизводимости исходного состояния гетероструктурных покрытий соответствует современному уровню исследований и подтверждает достоверность полученных в работе результатов.

**В четвертой главе** представлены результаты комплексных исследований фотофизических характеристик гетероструктурных покрытий методами фотоэлектронной и оптической спектроскопии, импедансометрии и измерения работы выхода компонентов гетероструктур. Все это позволило автору установить базовые энергетические характеристики электронных состояний материалов и их изменений при формировании гетероструктур. На основании полученных результатов были сделаны выводы о характере сформированных гетероструктур и ожидаемом для каждой конфигурации направлении переноса заряда в гетеропереходах при фотовозбуждении гетероструктурных материалов.

**Пятая глава** диссертации содержит результаты исследований фотопроцессов в гетероструктурных нанопокровениях, направленных на установление роли носителей заряда в процессах фотостимулированного изменения гидрофильности поверхности. На основании полученных результатов комплексных исследований установлены качественные корреляции между изменениями поверхностной энергии, работы выхода и гидрофильностью поверхности. Показано, что направление изменения этих характеристик определяется типом сформированных гетероструктур. В частности, сделан вывод о том, что преимущественная локализация на поверхности электронов приводит к снижению гидрофильности поверхности, а дырок – к увеличению гидрофильности вплоть до перехода поверхности в супергидрофильное состояние. Кроме того, экспериментально продемонстрировано, что целенаправленный подбор узкозонных компонент гетероструктурных покрытий позволяет изменять гидрофильность поверхности в заданном направлении под действием видимого света.

Сделанные в работе выводы являются результатом всестороннего анализа полученных результатов с помощью комплекса различных экспериментальных методов и

представляются согласованными и непротиворечивыми друг другу. Вместе с тем при ознакомлении с диссертационной работой возникает ряд вопросов:

1. С чем связана необходимость проведения гидратации поверхности гетероструктурных покрытий?
2. Какова причина наблюдаемой корреляции между изменениями работы выхода и гидрофильностью поверхности при фотовозбуждении?
3. Роль типа носителей заряда в направлении изменения гидрофильности поверхности установлена в работе для оксидов титана и цинка. Насколько универсальным является данный вывод? Можно ли распространить сделанные выводы на другие материалы, применяемые для формирования функциональных покрытий?

В целом, диссертация представляет собой законченное исследование, открывающее перспективы контролируемого изменения гидрофильности поверхности функциональных покрытий, в том числе, под действием видимого (солнечного) света за счет целенаправленного формирования гетероструктур с заданным направлением разделения и переноса заряда. Сделанные в работе выводы и представленные защищаемые положения не противоречат полученным результатам и общепринятым представлениям о фотопроцессах в гетероструктурных материалах. Диссертация является существенным научным вкладом в физику конденсированного состояния.

Диссертация Маевской Марии Вячеславовны на тему: «Влияние типа гетероструктур на фотостимулированное изменение гидрофильности поверхности оксидов металлов» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Маевская Мария Вячеславовна 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.

Член диссертационного совета  
доктор физ.-мат. наук,  
профессор кафедры фотоники СПбГУ



В.К. Рябчук

31.05.2022