

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Труля Аскольда Альбертовича „Тиофенсодержащие полупроводниковые олигомеры и полимеры как перспективные материалы для детектирования токсичных газов с помощью органических полевых транзисторов“, представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности: 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

Полевые транзисторы на основе тонкопленочных полупроводников по-прежнему привлекают большой интерес при создании приборов опто- и наноэлектроники нового поколения. На сегодняшний день полевые транзисторы производятся в основном из кремния, германия, арсенида галлия или карбида кремния высокого качества, которые, несмотря на их исключительные характеристики, могут в скором будущем достичь грани развития с точки зрения миниатюризации, технологической простоты (печатаемость) механической гибкости, оптической прозрачности и, наконец, энергопотребления. Как показано в работе Труля А.А., химически синтезированные органические полупроводники для активного слоя транзистора могут позволить в перспективе преодолеть названные ограничения устоявшейся полупроводниковой технологии, а также делают доступными разнообразные органические материалы с различными структурными и электронными свойствами. В связи с этим, диссертационная работа А. А. Труля является очень актуальной и представляет несомненную практическую ценность. С точки зрения практического применения, А.А. Труль сконцентрировал свои усилия на взаимодействие тиофенсодержащих органических полупроводников с газами, такими как аммиак, сероводород и диоксид азота, с целью реализации газовых сенсоров для экологического анализа.

В своей диссертационной работе А.А. Труль детально изучил морфологию, электрические свойства, а также факторы, определяющие формирование тонкопленочных структур на основе синтезированных в рабочей группе силоксановых производных бензотиенобензотиофена. Другая часть работы посвящена изучению взаимодействия изготовленных тонких пленок с различными газами, а также продемонстрирован прототип реального прибора.

Среди наиболее интересных результатов работы мне хотелось бы отметить селективное воздействие разных токсичных газов на электрические параметры транзистора, такие как подвижность зарядов и пороговое напряжение. В частности, диоксид азота в составе воздуха приводит к росту подвижности носителей зарядов в транзисторе, а при взаимодействии полупроводника с сероводородом, подвижность носителей зарядов уменьшается. Сдвиг порогового напряжения пропорционален концентрации примесного газа для диоксида азота и аммиака, но с разными наклонами, но не зависит от концентрации при взаимодействии с сероводородом. Не мало важно для будущего применения, что взаимодействие с токсичными газами обратимо и что такой сенсор может быть восстановлен и повторно использован. Очень интересным также показался анализ механизмов взаимодействия молекул газа с тиофенсодержащими олигомерами и полимерами, а также анализ их различного отклика. Заслуживает особой похвалы, что был создан реальный прототип газоанализатора с возможностью измерений сенсорного отклика на различные газы с почти лабораторной чувствительностью и точностью.

Исследования физических свойств тонких пленок бензотиенобензотиофенов показали, что такие тиофенсодержащие структуры являются перспективными и для оптоэлектронных приложений. Например, автор обнаружил, что наличие концевой алифатической группы является критически необходимым условием для получения устройств с хорошими электрическими характеристиками.

Основные результаты представленной диссертационной работы сформулированы в 7 научных статьях, опубликованных в журналах с высоким IF (impact factor), индексируемых в базе данных Web of Science, а также получено 2 российских патента. Кроме того, результаты были представлены в трудах 13 конференций с положительным резонансом, что подтверждает их достоверность и обоснованность.

По тексту автореферата имеются вопросы: возможно ли применение синтезированных материалов для создания солнечных элементов, учитывая вертикальные молекулярную упаковки молекул на поверхности подложки и разные геометрии устройств? Какие принципиальные изменения в морфологии активного слоя ожидаются в случае присутствия второй молекулярной компоненты, например, электронного акцептора? Подчеркиваю, что заданные вопросы не умаляют значимости диссертационного исследования, а лишь подчеркивают интерес к нему.

Считаю, что диссертационная работа А.А. Труля полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г №842, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

Профессор

ДЬЯКОНОВ Владимир Владимирович

Заведующий кафедрой экспериментальной физики  
Факультета физики и астрономии  
Университета Юлиуса-Махимилиана  
ул. Ам Хубланд, г. Вюрцбург, 97074, ФРГ  
Тел.: 49(931)31-83111, E-mail: dyakonov@physik.uni-wuerzburg.de

Дата: 05.11.2020

Подпись сотрудника Факультета физики и астрономии Дьяконова В.В.  
удостоверяю:

Ich bestätige die Unterschrift des Mitarbeiters der Fakultät für Physik und Astronomie V.  
Dyakonov:

Декан / Dean

Проф. Б. Трауцеттель / Prof. Björn Trauzettel  
05.11.2020

