

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Тютюника Андрея Сергеевича
«Электрофизические, оптические и фотоэлектрические свойства полупроводниковых производных изатина, фуллерена и цинковых комплексов», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности
1.3.11 – «физика полупроводников».

Металлорганические соединения представляют интерес для создания перспективных светоизлучающих устройств, благодаря своим уникальным оптическим и люминесцентным свойствам. Коррекция таких соединений позволяет осуществить тонкую настройку молекулярной структуры с заданными итоговыми свойствами. Кристаллические металлоорганические полупроводники на основе комплексов цинка с органическими лигандами, содержащие азометиновую связь $C = N$, более технологичны в производстве электронных компонентов. Люминесцентные свойства таких комплексов являются подходящими для создания излучающих слоев в органических светодиодах и других органических электронных устройствах, ключевым фактором которых является их интенсивное свечение в сочетании с невысокой ценой.

Металлоорганические органические комплексы Zn на основании Шиффа (азометины), синтезированные на основе органического лиганда, зарекомендовали себя как перспективные излучающие материалы. Одной из целей данной работы является исследование электрохимических и электрических свойств, а также температурных зависимостей вольт-амперных характеристик новых цинковых комплексов с перспективой использования этих соединений в качестве полупроводниковых материалов для создания элементов органической электроники.

Таким образом, диссертационная работа Тютюника А.С. «Электрофизические, оптические и фотоэлектрические свойства производных изатина, фуллерена и цинковых комплексов», является **актуальной** и ориентирована на детальное исследование электрофизических, оптических и фотоэлектрических свойств азометиновых производных изатина и фуллерена, а также металлоорганических соединений на основе комплексов цинка для возможности создания на их основе органических полупроводников.

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.3.11 - «Физика полупроводников» в части пункта 2 «Структурные и морфологические свойства полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе», пункта 4 «Поверхность и граница раздела полупроводников, полупроводниковые гетероструктуры, контактные явления», пункта 7 «Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках и в композиционных полупроводниковых структурах».

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, выводов из работы и списка цитируемой литературы. Содержание работы изложено на 140 страницах машинописного текста, включая 77 рисунков, 8 таблиц и списка литературы из 172 наименований.

Среди наиболее важных научных **результатов** следует выделить следующие:

1. Для исследуемых в работе полупроводниковых соединений установлены их физические свойства, позволяющие оценить их перспективность для создания новых электронных компонентов.

2. Предложена методика получения выпрямляющего барьера Шоттки на границе раздела металлоорганических соединений и алюминиевых тонких плёнок.

3. На основе металлоорганических цинковых комплексов получены полупроводниковые диодные структуры, обладающие N-образными вольт-амперными характеристиками.

4. В работе установлено, что изменение химического состава лиганда посредством добавления молекулы цинка в исходную структуру, позволяет увеличить квантовую эффективность до 40%, что улучшает параметры органической полупроводниковой структуры.

5. Предложена методика создания композитных органо-углеродных полупроводниковых гетероструктур на основе фуллерена и органических производных гидразона и изатина. Полученные гетероструктуры обладают выпрямляющими вольт-амперными характеристиками с значением фототока в прямой ветви порядка 10 мА.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном создании композитных тонкоплёночных образцов из исследуемых материалов, а также измерении оптических, электрофизических, спектральных, фотоэлектрических, проводящих характеристик, фотолюминесценции и исследования морфологии и структуры плёнок методом атомно-силовой микроскопии.

Научная и практическая значимость работы состоит в том, что впервые были установлены физические свойства широкого спектра модификаций органических материалов: изатин-β-анил (IβA); фенилгидразон изатина (PHI); фенилгидразон 5-бромизатина (PHBI); фенилгидразон 5-фторизатина (PHFI) и металлоорганических соединений: Бис-триметил-4-((4-метилфенил)имино) (фенилметил)-1-фенил-1Н-пиразол-5-олат цинка (PBAL); Н,н-этилендиамин-бис(1-фенил-3-метил-4-формилимино—2-пиразолин-5-олат)цинк (PMFP). Установлено, что добавление органического Hydrazone и IMPH к фуллереновым плёнкам с дальнейшим формированием в виде сложной полупроводниковой “сэндвич” гетероструктуры (ITO-Organic-C₆₀-Al), позволило увеличить фототок с 1.96 нА до 57 нА и с 7 нА до 12 мА в прямой ветви соответственно, по сравнению с фотопроводимостью плёнок C₆₀. Получен выпрямляющий барьер Шоттки на границе раздела металлоорганических соединений: PBAL; PMFP и алюминиевых тонких плёнок (сила тока в прямой ветви достигает 8 мА, обратной не превышает 0.1 нА).

Достоверность результатов и выводов диссертации подтверждается данными из литературных источников и приведенными результатами исследований, полученными с использованием современного измерительного оборудования и специальных методик.

Вместе с тем, по работе можно сделать следующие **замечания**:

1. Формирование тонких плёнок из исходных порошковых материалов осуществлялось методом центрифугирования. При этом концентрация исходных веществ в растворе как правило составляла 0.5 мг/мл. Почему было выбрано именно такая концентрация 0.5 мг/мл?

2. В диссертации не приведена методика подготовки подложек. В чём заключается особенность процесса подготовки?

3. В диссертации приводятся результаты исследований методом АСМ который показал шероховатость полученных углеродных плёнок ~800 нм, при этом приводятся результаты исследований на микроинтерферометре МИИ-4, у которого зелёный фильтр 532 нм. Как проводилось измерение толщины плёнок?

Однако, имеющиеся замечания не снижают общего положительного впечатления о работе.

Рассматривая диссертационную работу Тютюника А.С. в целом, следует отметить, что она является законченной научно-исследовательской работой, обладающей новизной и актуальностью. Материал изложен обоснованно, в логическом порядке. Автографат в полной мере отражает содержание диссертации. Работы прошла хорошую апробацию на научных конференциях различного уровня. Основные результаты работы представлены в 20 публикациях, в том числе 10 публикаций в рецензируемых научных журналах, индексируемых системами Web of Science, Scopus.

Таким образом, считаю, что диссертация «Электрофизические, оптические и фотоэлектрические свойства полупроводниковых производных изатина, фуллерена и цинковых комплексов» выполнена на высоком научном уровне и по своей актуальности, новизне, достоверности и совокупности полученных результатов соответствует всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Тютюник Андрей Сергеевич заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – «Физика полупроводников».

«18» мая 2022 г.

Официальный оппонент,
Торхов Николай Анатольевич, кандидат
физико-математических наук, 01.04.10 –
физика полупроводников, ведущий
научный сотрудник Севастопольского
государственного университета.

Адрес организации: Россия, 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Телефон: +7 (8692) 22-29-11
E-mail: priem@sevsu.ru

