

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Кааби Салах Абед Давуд** «Электрические, оптические и фотоэлектрические свойства легированных кристаллов сегнетоэлектриков-полупроводников $TlGaSe_2$ и $TlInS_2$ », представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности: 2.2.2 – Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств.

В последние годы у специалистов в области радиофизики и твердотельной электроники большой интерес проявился к слоистым кристаллам соединений $TlGaSe_2$ и $TlInS_2$, обладающих целым рядом полезных для развития электроники свойствами. Эти кристаллы обладают свойствами сегнетоэлектриков, которые отличаются большой диэлектрической проницаемостью, высоким пьезомодулем, наличием петли диэлектрического гистерезиса, уникальными электрооптическими свойствами. Поэтому они широко применяются во многих областях современной техники: радиотехнике, электроакустике, квантовой электронике и измерительной технике.

Дальнейшее изучение свойств этих материалов и их применение, как ожидается, открывает перспективы в создании широкой номенклатуры принципиально новых элементов сенсорики, вычислительной техники, оптоэлектроники и ряда других отраслей современной науки и техники. Поэтому тема диссертации **Кааби Салах Абед Давуда**, посвященная дальнейшему изучению свойств этих кристаллов, безусловно, является **актуальной**, а её результаты представляют интерес не только для специалистов в области СВЧ техники и оптоэлектроники, но и для более широкого круга специалистов, например, в области радиоволновых измерений параметров материалов и контроля технологических процессов.

Значительный интерес, **с научной точки зрения**, представляет обнаруженный эффект отрицательной емкости, который проявляется в легированных кристаллах $TlGaSe_2$ при температурах выше 250 К на частотах 1...10 МГц. **Важными** также представляются установленные автором особенности спектров пропускания, отражения, комбинационного рассеяния света и фотолюминесценции легированных кристаллов $TlGaSe_2$ и $TlInS_2$. Среди **новых научных результатов**, полученных автором диссертации, можно выделить также явление уменьшения на порядок времени жизни носителей заряда у легированных образцов $TlGaSe_2$ железом на 0,1 %.

Практическая ценность диссертации **Кааби Салах Абед Давуда** состоит, прежде всего, в возможности создания планарных (безвитковых) индуктивностей для микроэлектроники и разработки микроэлектронных

сенсоров, чувствительных к изменениям температуры кристаллов и частоты переменного тока.

Судя по автореферату, все теоретические положения и выводы работы основаны на глубоком понимании физических процессов, протекающих в объектах исследования, а также всестороннем анализе полученных расчётных и экспериментальных данных и характеристик. При экспериментальных исследованиях кристаллов применялись современные методы и оборудование. Все результаты работы **Кааби Салах Абед Давуда**, безусловно, являются **новыми**.

Достоверность полученных результатов тщательно проверена с помощью экспериментальных исследований макетов и опытных образцов кристаллов и не вызывает сомнений.

Материалы диссертации достаточно **полно опубликованы** в печати и доложены на международных и всероссийских научно-технических конференциях. Используемые термины и понятия являются общепринятыми в радиофизике, твердотельной электронике и радиоэлектронике. Работа написана в хорошем стиле и грамотно.

В качестве замечаний по работе необходимо отметить следующее.

1. С методической точки зрения число сформулированных задач исследования должно совпадать с количеством разделов диссертации. Однако в представленной работе полного согласования между сформулированными задачами и содержанием разделов нет. Общее число задач 4, а содержательная часть работы изложена в 5 разделах. Поэтому из автореферата непонятно, в каком разделе решались поставленные автором конкретные задачи.

2. В разделе «Положения, выносимые на защиту» суть первого научного положения об особенностях температурных зависимостей легированных кристаллов $TlGaSe_2$ и $TlInS_2$ в полной мере не раскрыта (см. стр. 6).

3. В разделе «Практическая значимость» (см. стр. 6) в пунктах 2, 4, 5 и 6 не просматривается ответ на вопрос: в чем же все таки состоит ценность полученных результатов для практики?

4. Основная ценность научной работы – её способность предсказания перспектив развития направления. Однако из заключения по работе не видно, в чем состоят эти перспективы.

Все замечания имеют редакционно-методический характер, существенно не снижают оценку качества выполненных исследований в целом и не влияют на впечатление от масштаба теоретической и прикладной ценности работы.

Подводя итог, необходимо отметить, что диссертация «Электрические, оптические и фотоэлектрические свойства легированных кристаллов сегнетоэлектриков-полупроводников $TlGaSe_2$ и $TlInS_2$ » является актуальной

научной работой, выполненной на современном уровне. Её результаты имеют существенное значение для радиофизики и твердотельной электроники. Работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. В связи с этим считаю, что ее автор, **Кааби Салах Абед Давуд**, достоин присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности: 2.2.2 – Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств.

Носков Владислав Яковлевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Радиоэлектроники и телекоммуникаций Института радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ (ИРИТ-РТФ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (сокращённо УрФУ), адрес: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел. +7-922-225-12-19, E-mail: v.y.noskov@urfu.ru

20.05.2022,

Носков В.Я.

Подпись Носкова В.Я., удостоверяю:

