

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертацию на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук **Хаммуда Алаа**

на тему: «Исследование синтезированных монокристаллов двойного молибдата бария-висмута – многофункциональной лазерной и нелинейной среды» по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Рецензируемая работа относится к направлению исследований, имеющему короткую предысторию и требующую, в первую очередь, надёжных экспериментальных данных, выполненных с использованием возможностей современной научной базы. Свойства монокристаллов и их значение в научно-технической области придают научную значимость диссертации.

Монокристаллы двойного молибдата и вольфрамата являются известными многофункциональными лазерными и нелинейными средами. **Целью диссертационной работы являлась** разработка методики выращивания монокристаллов недавно обнаруженного соединения $\text{BaBi}_2(\text{MoO}_4)_4$ с шеелитоподобной структурой и исследования их оптико-физических свойств для оценки эффективности их использования в качестве лазерного материала.

Следует отметить **окончательные результаты работы.**

1. Разработана методика выращивания монокристаллов двойного молибдата бария-висмута, основанная на методе вытягивания из собственного раствора-расплава с помощью растворителя MoO_3 . Оценены оптимальные условия синтеза (скорость вытягивания, скорость снижения температуры, градиент температуры и скорость вращения). По указанной методике получены монокристаллы $\text{BaBi}_2(\text{MoO}_4)_4$, как номинально чистые, так и легированные ионами неодима. Кристаллы имеют высокое оптическое качество, позволяющее использовать их в лазерах среднего ИК-диапазона.

2. Исследованы спектрально–люминесцентные свойства полученных легированных кристаллов, в том числе вычислены параметры интенсивности по теории Джадда-Офельта. Также обнаружено превосходство этих кристаллов над кристаллами молибдата бария-галлия по спектроскопическому качеству, а над кристаллами молибдата бария-гадолия – по сечению поглощения.

3. В результате исследования спектров комбинационного рассеивания (КР) вышеуказанных соединений выявлена их пригодность для использования в качестве активных сред в высокотемпературных КР-лазерах с мощностью до 0,5 ГВт/см². Найдены оптимальные частоты колебаний; показано, что интенсивности колебаний на этих частотах выше с увеличением массы связанного с барием катиона.

4. При помощи дифференциально-термического анализа построена фазовая диаграмма системы ВаМоО₄ – Y₂(МоО₄). Отмечено, что использование растворителя МоО₃ делает выращивание кристаллов затруднительным, и при подборе другого растворителя нужно исходить из требования уменьшения температуры жидкой фазы.

В результате научной работы впервые удалось получить монокристалл ВаVi₂(МоО₄)₄ без дефектов. Соискатель выполнил научные эксперименты по изучению физических и оптических свойств полученных кристаллов (пп. 1, 2, 4), **провёл сравнение** полученных результатов с известными результатами для других кристаллов с моноклинной структурой (п. 3). Эти сравнения повышают научную ценность работы.

Оппонент имеет ряд **замечаний** к работе.

1. Работа содержит несколько небрежностей, затрудняющих оценку научных выводов автора. Так, на стр. 57, в выводах ко второй главе, упоминается применимость описанных методик для молибдата бария-иттрия, но ранее в этой главе упоминается только молибдат бария-висмута. На стр. 87 рисунок 4.11 следует сразу за оценкой времени жизни люминесценции – 82 мкс, – но эта величина на нём не отмечена.

2. Отдельно следует упомянуть, что в работе не отмечен явным образом личный вклад автора, что также может привести к неоднозначности интерпретации результатов. Например, на стр. 40 используется формулировка «Автор в работе [70] предоставил...», тогда как цитируемая публикация подготовлена другими авторами. На стр. 60-61 даётся утверждение о наличии обратимого фазового перехода, вынесенное автором в научную новизну работы, но в конце фразы даётся ссылка на работу других авторов.

3. Было бы желательно увидеть в диссертации более подробное описание имеющихся экспериментальных результатов. Так, непонятно, почему автор не использовал для получения кристаллов молибдата бария-иттрия иные растворители, кроме не давшего удовлетворительных результатов MoO_3 . Вызывает вопросы и оценка параметров Джадда-Офельта: автор не приводит отклонения аппроксимированной зависимости от экспериментальных данных.

Указанные замечания, однако, не снижают общей высокой оценки рецензируемой работы. Полученные автором результаты открывают новые возможности для развития теоретических и экспериментальных работ по кристаллографии, а также имеют практическую ценность для конструирования лазеров.

Достоверность результатов работы гарантируется использованием комплекса хорошо апробированных экспериментальных методов, ясно очерченной и критически осмысленной постановки цели и задач исследования, внутренней непротиворечивостью и соответствием известным литературным данным, как теоретическим, так и экспериментальным.

Результаты диссертационной работы достаточно полно представлены в научной печати: они опубликованы в 9 научных работах, в том числе 1 в журнале, входящем в базу Scopus и относящемся к 1 квартилю¹ по версии

¹ Следует, однако, отметить, что журнал Optical Materials относится к Q2 по собственно оптике.

SJR; 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 6 – в тезисах докладов конференций.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности **01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»** (по физико-математическим наукам), удовлетворяет критериям, определенным пп. 2.1-2.5, а также оформлена согласно п. 3.1 этого Положения. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Диссертация «Исследование синтезированных монокристаллов двойного молибдата бария-висмута – многофункциональной лазерной и нелинейной среды» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Правительством Российской Федерации (пп. 9-14). Считаю, что её автор, Хаммуд Алаа, заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник
лаборатории электро- и гидродинамики
микро- и наномасштабов
Краснодарского филиала ФГОБУ ВО
«Финансовый университет при
Правительстве Российской Федерации»,
кандидат физико-математических наук

В.С. Шелистов

Подпись Шелистова В.С. заверяю

*Специалист по персоналу
15.02.2021г.*



Подпись Н.А. Жуков

Шелистов Владимир Сергеевич,
Краснодарский филиал федерального государственного образовательного
бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации»
г. Краснодар, ул. Шоссе Нефтяников / ул. им. Федора Лузана, д. 32 / 34.
Телефон: 8(861)215-63-66, 8(861)215-63-60
E-mail: VSSHelistov@fa.ru