

## **Отзыв официального оппонента**

Кулиш Ольги Александровны

о диссертации Скачедуб Александра Валерьевича

«Спектроскопические и структурные параметры оптических кристаллов вольфраматов и молибдатов щёлочноземельных металлов, активированных ионами неодима и эрбия», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика

Одним из приоритетных направлений современной науки является поиск и исследование новых высокоэффективных оптических лазерных сред. Уникальные свойства лазерного излучения уже давно широко используются повсеместно. Поиск активных лазерных сред, для создания высокоэффективных твердотельных лазеров, расширение их спектрального диапазона и методов управления режимами их генерации позволяет обеспечить прогресс в развитии оптической связи, навигационных систем, лазерной медицины, биотехнологий, мониторинга окружающей среды и в других направлениях. Поэтому разработка и поиск новых высокоэффективных активных лазерных сред, получение генерации электромагнитного излучения на новых длинах волн, является актуальной задачей современной фотоники и физики конденсированного состояния, как с научной, так и с практической точки зрения.

В диссертации подробно рассмотрено математическое описание процессов возбуждения редкоземельных ионов, находящихся в кристаллическом поле, и с помощью выбранной теории Джадда-Офельта исследованы оптические и спектральные параметры монокристаллов со структурой шеелита. Данная работа отвечает современным тенденциям развития лазерной физики, фотоники и физики конденсированного состояния.

В диссертационной работе Скачедуб А.В. все теоретические положения строятся на фундаментальных основах и достижениях физики конденсированного состояния вещества и теории излучения. В процессе исследования и анализа полученных данных, а так же сопоставления полученных результатов с

результатами работ других авторов, сформулированы основные выводы диссертационной работы.

Достоверность полученных в диссертации результатов обеспечивается применением достаточно апробированных методов исследования, а также тем, что полученные результаты сравнивались с результатами других теоретических и экспериментальных работ.

Диссертация Скачедуб А.В. состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Работа изложена на 125 страницах, включая 39 таблиц и 63 рисунка. Библиографический список состоит из 116 наименований.

#### Анализ содержания диссертационной работы.

Во **введении** автором сформулированы цели и задачи, которые необходимо было решить в процессе диссертационного исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту, показано, в чём состоит новизна исследования и какова практическая значимость полученных результатов.

В **первой главе** автором представлен детальный обзор литературы, посвящённой физическим характеристикам и химическим свойствам монокристаллов вольфрамов и молибдатов щёлочноземельных металлов. Приводятся их основные структурные параметры, изложены классические и новые методы исследования межатомного взаимодействия в конденсированном состоянии вещества.

Во **второй главе** приводятся общие сведения об электронных переходах в редкоземельных ионах, находящихся в кристаллическом поле. В последней части второй главы приведены подробные методы расчёта спектроскопических и люминесцентных параметров исследуемых монокристаллов. Следует особо отметить, что выбранные автором методы исследования находятся в хорошем соответствии с другими подобными работами по спектроскопическим исследованиям.

**Третья глава** посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям монокристаллов вольфраматов и молибдатов щёлочноземельных металлов, активированных редкоземельными ионами. Получены зависимости параметров интенсивности Джадда-Офеля от концентрации ионов неодима в кристаллах вольфраматов стронция и от концентрации ионов эрбия в кристаллах вольфраматов свинца. Исследования данных зависимостей показали, что наиболее эффективная концентрация неодима составляет 1,5% от количества замещаемых щёлочноземельных металлов, в то время как концентрация эрбия не должна превышать 1% в кристаллах  $\text{SrWO}_4$  и  $\text{PbWO}_4$  соответственно. Так же в этих монокристаллах получены зависимости пиковых сечений испускания от концентрации примесных ионов. Эти результаты представляет интерес для исследователей, работающих в области лазерной физики.

В **четвёртой главе** диссертации подробно рассмотрены стереоатомные параметры монокристаллов вольфраматов и молибдатов со структурой шеелита с помощью новых методов исследования межатомного взаимодействия – метода пересекающихся сфер и метод полиэдров Вороного-Дирихле. Анализируя полученные результаты можно выделить следующее: в рядах монокристаллов вольфраматов и молибдатов Ca, Sr, Pb, Ba значение параметра степени сферичности полиэдра Вороного-Дирихле  $G_3$  для атомов W и Mo увеличивается от 0,0883423 до 0,0926016 в кристаллах вольфраматов и от 0,0892923 до 0,0930752 в кристаллах молибдатов. В то же время для самих атомов Ca, Sr, Pb и Ba прослеживается уменьшение параметра  $G_3$  от 0,08142691 в кристалле вольфрамата кальция до 0,0811282 в кристалле вольфрамата бария и от 0,0812783 в кристалле молибдата кальция до 0,0810948 в кристалле молибдата бария.

К недостаткам работы можно отнести следующие замечания:

1. В исследуемых автором активированных ионами неодима и эрбия монокристаллах подробно рассмотрены параметры интенсивности Джадда-Офеля, приводятся сравнения значений этих параметров с их значениями в других кристаллических матрицах, однако эти параметры не полностью характеризуют потенциал среды при использовании в лазерных резонаторах.

Также важной характеристикой является пиковое сечение лазерных переходов, для которых не приведено ни одного сравнения полученных автором значений для исследуемых кристаллов со значениями этих параметров для ионов неодима и эрбия в других матрицах.

2. В диссертационной работе к рассчитанным значениям параметров интенсивности Джадда-Офельта и пикового сечения испускания не указаны соответствующие погрешности данных величин.

3. При исследовании спектров люминесценции активированных монокристаллов  $\text{SrWO}_4: \text{Nd}^{3+}$  электронный переход между уровнями  ${}^4\text{F}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{9/2}$  снят в неполяризованном свете, тем самым в дальнейших расчётах усредняется значение пикового сечения испускания в монокристаллах между  $\sigma$  и  $\pi$  поляризациями, что увеличивает погрешность вычислений значения данного параметра.

Высказанные замечания не ставят под сомнение значимость и достоверность полученных результатов. В целом, диссертационная работа Скачедуб А.В. выполнена на высоком уровне и является законченным научным исследованием. Совокупность представленных в диссертации результатов позволяет говорить о высоком потенциале в фотонике и лазерной физике оксидных монокристаллов вольфраматов и молибдатов со структурой шеелита и уже сейчас могут применяться в качестве высокоэффективных источников лазерного излучения. Результаты, вошедшие в диссертационную работу, были своевременно опубликованы в российских журналах, рекомендованных ВАК РФ, апробировались на российских и зарубежных конференциях. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертационной работы.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842., а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Я, Кулиш Ольга Александровна, принимаю решение о предоставлении моих персональных данных и даю согласие на их обработку.

Доцент кафедры математических основ криптологии и криптографической защиты информации Краснодарского высшего военного училища имени генерала армии С.М. Штеменко кандидат физико-математических наук, доцент

Кулиш Ольга Александровна

350035, РФ, Краснодар, ул. Красина, 38  
Телефон: (861)268-35-09, (861)268-37-18, (861)268-15-25.  
E-mail: Culish\_olga@mailt.ru

8 апреля 2016 г.

Подпись:  **НАЧАЛЬНИКА**  
**ДОМОШНИКА**  
**ПО СВЯЗЯМ**  
**НАЧАЛЬНИКА**  
**ПОДПОЛКОВНИКА**  
**СТРОЕВОГО**  
**БВС**  
**ОТДЕЛА**  
**М. ГУЛЫЙ**