

## Отзыв научного руководителя

кандидата физико-математических наук Низамутдинова А. С.

на диссертационную работу

Шавельева Алексея Андреевича

«Влияние катионного состава на коэффициент распределения и оптические свойства примесных центров  $\text{Ce}^{3+}$  в кристаллах твердых растворов

$\text{LiSr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{AlF}_6$ »,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-

математических наук по специальности

### 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Диссертационная работа Шавельева Алексея Андреевича посвящена синтезу и исследованию спектроскопических, усилительных и лазерных свойств потенциальных активных сред лазеров ультрафиолетового диапазона  $\text{LiSr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{AlF}_6$ , активированных ионами  $\text{Ce}^{3+}$ . Работа является безусловно актуальной, так как соответствует общей тенденции науки и технологий, связанной с укорочением длин волн когерентного излучения, применяемого на практике, а также повышению фотоустойчивости материалов. Матрицы со структурой кольквириита, являющиеся объектами настоящего исследования, являются перспективными активными средами УФ диапазона, так как за счет большого значения ширины запрещенной зоны обеспечивают отсутствие фотодегradации при УФ накачке и малые значения пороговой энергии возникновения лазерной генерации. Соискателем проделана большая экспериментальная работа, которая по сути является междисциплинарной.

Целью работы является исследование состава примесных центров, образуемых ионами  $\text{Ce}^{3+}$  в кристаллах УФ активной среды  $\text{Ce}:\text{LiSr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{AlF}_6$ , характеризующейся многоцентровостью, и определение возможности управления примесным составом для целей улучшения характеристик лазерной генерации.

Задачами Алексея Шавельева являлись освоение методики выращивания кристаллов ряда  $\text{LiCaAlF}_6$ , активированных ионами  $\text{Ce}^{3+}$ , в том числе принципов высокотемпературного синтеза, создание установки высокотемпературного синтеза, подготовка компонент, также характеристика синтезированных кристаллических материалов различными методами, в том числе рентгенофазовые исследования, оптическая и ЭПР спектроскопия, лазерная спектроскопия.

Соискатель успешно справился с поставленными задачами. Так, выращена серия кристаллов, в работе подтвержден фазовый состав синтезированного материала, на должном уровне проведены спектроскопические эксперименты, которые позволили сделать выводы о составе примесных центров ионов церия, а также о коэффициенте распределения примеси. Эксперименты по наблюдению лазерной генерации подтвердили высокое качество синтезированных образцов и эффективность активных сред на их основе.

Проведенные комплексные спектроскопические эксперименты, в том числе в зависимости от температуры, а также выявленная взаимосвязь с результатами спектроскопии ЭПР, позволили сделать важные выводы о составе примесных центров ионов церия в матрицах смешанных кристаллов  $\text{LiSr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{AlF}_6$ , о закономерностях образования тех или иных типов примесных центров  $\text{Ce}^{3+}$  в зависимости от катионного состава матрицы.

Практическая значимость заключается в наличии экспериментальной апробации результатов исследований. Так, определены оптимальные соотношения катионного состава для получения активных сред УФ диапазона, определены закономерности образования примесных центров  $\text{Ce}^{3+}$ . И с использованием этих выводов были достигнуты новые и рекордные результаты по лазерной генерации в УФ диапазоне спектра. Также, предложенная соискателем методика синтеза кристаллов кольквириита перспективна для изготовления оптических и лазерных окон, обеспечивающих длительную фотостабильность по отношению к мощному УФ лазерному свету, например, в составе фемтосекундных лазерных систем. Достигнутые им результаты являются основой для дальнейших поисковых исследований.

Результаты работы были в полной мере опубликованы соискателем в научных статьях в ряде рецензируемых журналов, а также представлены на международных конференциях, что говорит о высоком качестве апробации результатов.

В целом, Алексей Шавельев, занимаясь исследованиями кристаллических материалов, активированных ионами редкоземельных элементов, для лазерных активных сред, в том числе методами высокотемпературного синтеза, проводимых на кафедре квантовой электроники и радиоспектроскопии КФУ, начиная с обучения в бакалавриате, показал себя сформировавшимся исследователем. Соискатель способен самостоятельно ставить задачи, разрабатывать и осуществлять эксперименты, причем в широком круге методов.



Алексей Шавельев имеет высокую теоретическую и практическую подготовку как в области синтеза монокристаллов и их характеристики, так и в области методов спектроскопии.

Работа выполнена на высоком экспериментальном уровне и включает в себя различные методы исследований. В результате, задачи поставленные перед соискателем выполнены в полном объеме, положения и выводы достоверны и подтверждены экспериментально.

Считаю, что диссертационная работа «Влияние катионного состава на коэффициент распределения и оптические свойства примесных центров  $\text{Ce}^{3+}$  в кристаллах твердых растворов  $\text{LiSr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{AlF}_6$ » соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N842 «О порядке присуждения ученых степеней»), соответствует специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, а соискатель достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент кафедры квантовой электроники

и радиоспектроскопии Института физики

Казанского федерального университета,

г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, корп.1

[alexey.nizamutdinov@kpfu.ru](mailto:alexey.nizamutdinov@kpfu.ru)

+

Низамутдинов

Алексей Сергеевич

19.05.26



Генеральный директор  
Института физики К(П)ФУ

КУРАНОВА  
Майя Хусоюновна