

Кристаллохимический дизайн новых твердотельных люминофоров на основе Ва-содержащих боратов редкоземельных элементов для LED светодиодов

Демина Софья Владимировна
Студент

Санкт-Петербургский государственный университет,
Институт Наук о Земле, Санкт-Петербург, Россия

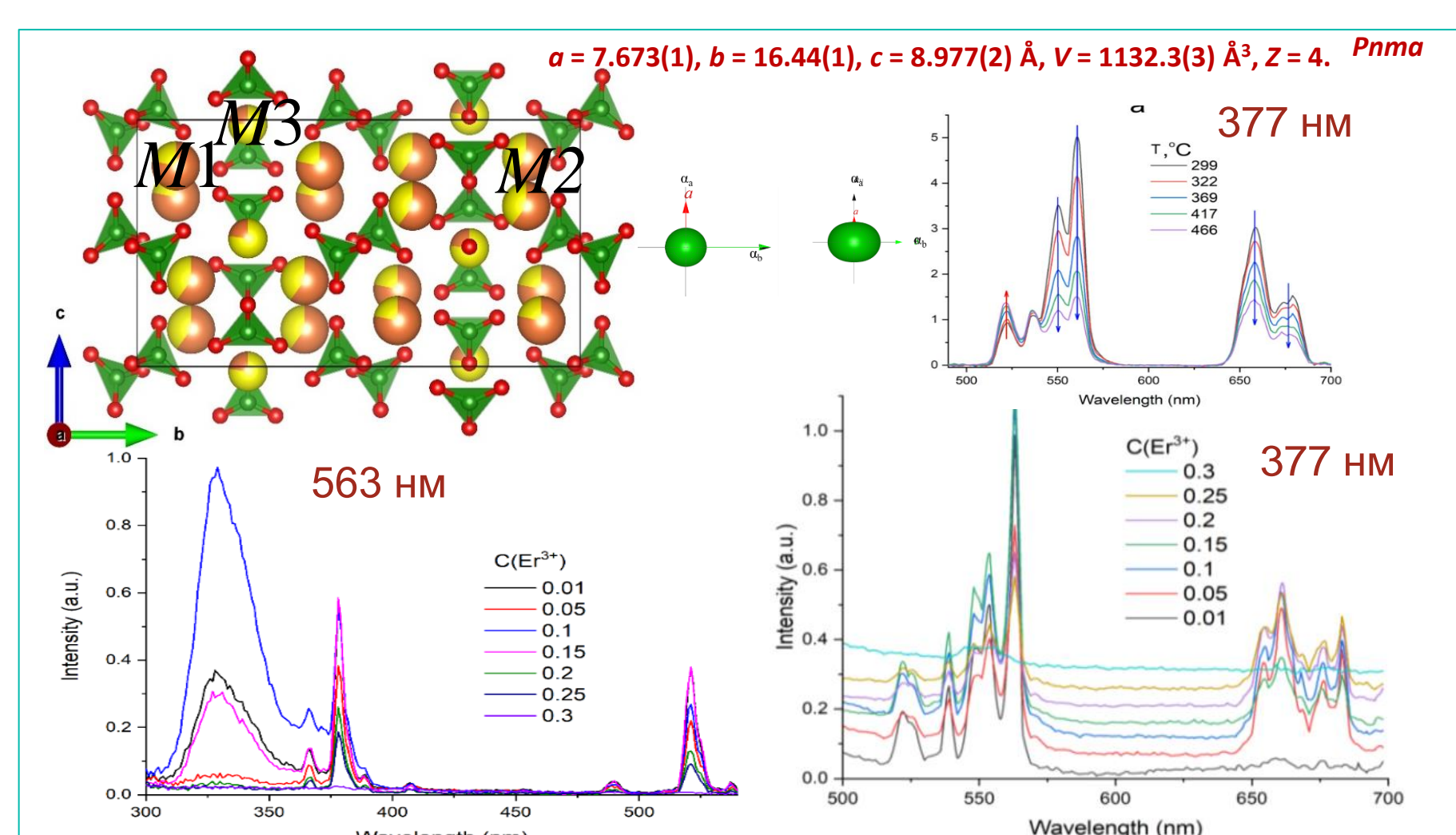
Цель исследования

Разработка новых светодиодов (LED) является актуальной задачей, т.к. они применяются во множестве приложений, среди которых – источники освещения, матрицы экранов и др. Для решения такой задачи требуется разработка новых люминофоров, являющихся ключевым компонентом светодиода.

Целью настоящего проекта является поиск новых матриц для люминофоров на основе Ва-содержащих боратов систем M_2O_3 -BaO- B_2O_3 ($M = Y, Eu^{3+}$) и Bi_2O_3 -BaO- B_2O_3 , активированных ионами редкоземельных элементов, для оптимизации методики синтеза, уменьшения вредных выбросов в атмосферу, удешевления производства посредством сокращения времени и температур синтеза, использования недорогих реактивов.



Результаты



Бораты $Ba_3Y_2(BO_3)_4:Er^{3+}$ и $Ba_3Eu_2(BO_3)_4$ были получены методом кристаллизации из расплава. Кристаллическая структура $Ba_3Y_2(BO_3)_4$ впервые уточнена в анизотропном приближении. В структуре есть три независимые кристаллографические позиции для атомов Ва и Y/Eu, которые распределены разупорядочно по этим позициям. Впервые изучено термическое поведение боратов $Ba_3Y_2(BO_3)_4$ и $Ba_3Eu_2(BO_3)_4$. Их термическое расширение максимально вдоль оси *a*. Изучены люминесцентные свойства серии твердых растворов $Ba_3Y_{2-x}Er_x(BO_3)_4$. При возбуждении на длине волны 377 нм наблюдаются узкие полосы в спектральном диапазоне 500–700 нм, соответствующие излучательным переходам ионов Er^{3+} . Термические эксперименты проводились для образца с максимальной интегральной интенсивностью люминесценции – $Ba_3Y_{1.9}Er_{0.1}(BO_3)_4$. Повышение температуры приводит к монотонному спаду интегральной интенсивности излучения за счет взаимодействия электронов с термически активными фононами.

Задачи и методика исследования



Задачи:

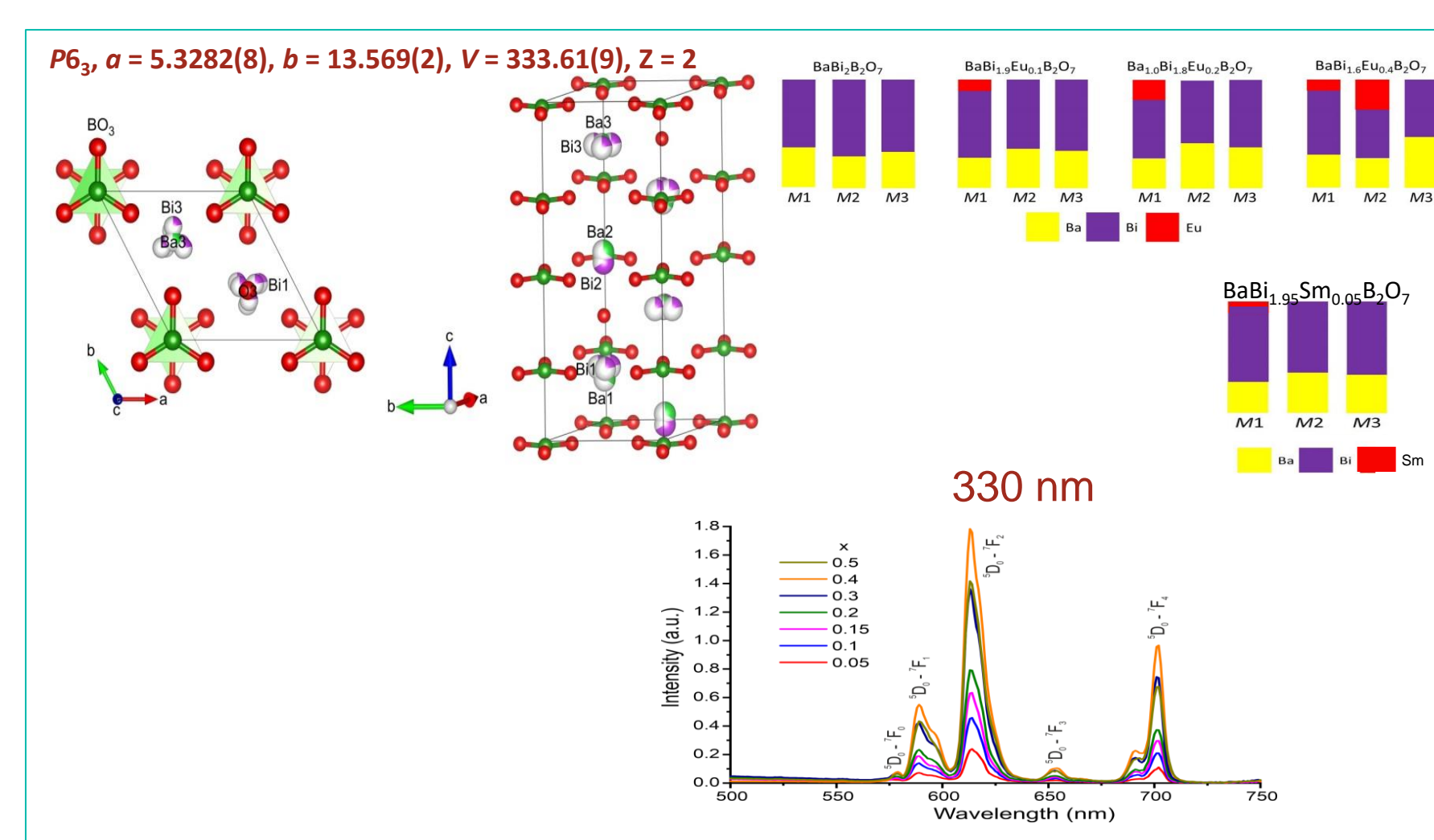
Основная задача: поиск и разработка методики синтеза новых матриц для люминофоров среди боратов систем M_2O_3 -BaO- B_2O_3 ($M = Y, Eu^{3+}$) и Bi_2O_3 -BaO- B_2O_3 на основе боратов $Ba_3Y_{2-x}Er_x(BO_3)_4$, $Ba_3Eu_2(BO_3)_4$, $BaBi_{2-x}Eu_xB_2O_7$, $BaBi_{2-x}Sm_xB_2O_7$, уточнение их кристаллической структуры, изучение термических и люминесцентных свойств.

Методы исследования:

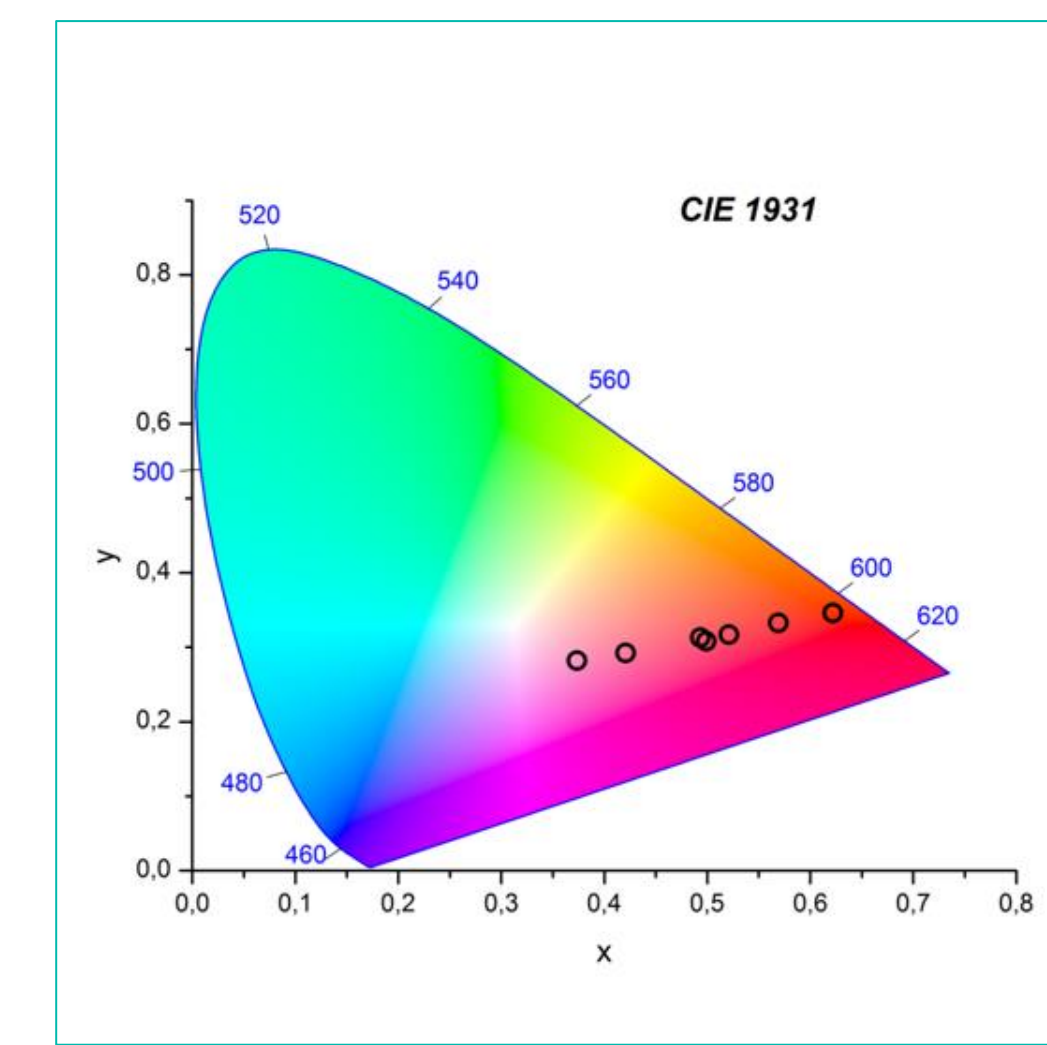


- Рентгенофазовый анализ (Rigaku Miniflex II)
- Порошковая терморентгенография (Rigaku Ultima IV)
- Рентгеноструктурный анализ монокристаллов (Bruker Smart Apex II)
- Спектры люминесценции, возбуждения люминесценции и кинетические кривые измерялись при помощи спектрофлуориметра Horiba Fluorolog-3.
- Спектры комбинационного рассеяния света измерялись с использованием спектрометра Horiba LabRam

Выводы



Новые твердые растворы $BaBi_{2-x}Eu_xB_2O_7$ впервые были получены кристаллизацией из стеклокерамики. Кристаллическая структура содержит изолированные треугольники BO_3 , ориентированные в плоскости *ab*. Катионы Ва и Bi практически статистически распределены по трем независимым позициям, расщепленным на Ва и Bi подпозиции. Впервые уточнены кристаллические структуры для разных концентраций Eu и уточнены заселенности трех позиций. Возбуждение на длине волны 330 нм было выбрано как эффективное для большинства исследованных образцов. Все полосы в спектрах соответствуют излучательным переходам ионов Eu^{3+} . С изменением концентрации европия цвет люминофора меняется от красно-оранжевого до красного. Проведен синтез боратов $BaBi_{2-x}Sm_xB_2O_7$ с целью изучения их люминесцентных свойств и дальнейшего содопирования (Eu, Sm). Бораты $BaBi_{2-x}Sm_xB_2O_7$ и $BaBi_{2-x}Eu_xB_2O_7$ изоструктурны. Впервые уточнена структура бората $BaBi_{1.95}Sm_{0.05}B_2O_7$.



Бораты $Ba_3Y_2(BO_3)_4:Er^{3+}$ и $Ba_3Eu_2(BO_3)_4$

Впервые уточнена кристаллическая структура бората $Ba_3Y_2(BO_3)_4$ в анизотропном приближении, изучено термическое поведение, рассчитаны коэффициенты линейного и объемного термического расширения боратов $Ba_3Eu_2(BO_3)_4$ и $Ba_3Y_2(BO_3)_4$, а также впервые изучены люминесцентные свойства серии твердых растворов $Ba_3Y_{2-x}Er_x(BO_3)_4$.

Бораты могут служить перспективными люминесцентными термометрами.

Бораты $BaBi_{2-x}Eu_xB_2O_7$ и $BaBi_{2-x}Sm_xB_2O_7$

Впервые получены соединения $BaBi_{2-x}Eu_xB_2O_7$, $BaBi_{2-x}Sm_xB_2O_7$ кристаллизацией из стеклокерамики, изучены кристаллические структуры и люминесцентные свойства люминофоров $BaBi_{2-x}Eu_xB_2O_7$ с получением **нового настраиваемого красноизлучающего люминофора** и впервые проведено допирование соединения $BaBi_2B_2O_7$ ионами Sm^{3+} с целью получения новых люминофоров, исследование свойств которых к настоящему моменту находится в процессе.