

ОКСИФТОРИДНЫЕ БАРИЙ-БОРОАЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ СТЕКЛА, АКТИВИРОВАННЫЕ ИОНАМИ НЕОДИМА И ЭРБИЯ: ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Н.Р. АГАМАЛЯН^{1*}, Е.А. КАФАДАРЯН¹, Н.Б. КНЯЗЯН², Г.Г. МАНУКЯН²,
В.В. БАГРАМЯН², А.С. СААКОВ³, С.В. МКРТЧЯН³, А.Ю. АЛЕКСАНЯН⁴,
Л.А. ПОГОСЯН⁴, М.Н. НЕРСИСЯН¹

¹Институт физических исследований НАН Армении, Аштарак, Армения

²Институт общей и неорганической химии НАН Армении, Ереван, Армения

³Институт геологических наук НАН Армении, Ереван, Армения

⁴Национальная научная лаборатория им. Алиханяна, Ереван, Армения

*e-mail: natagham@gmail.com

(Поступила в редакцию 23 декабря 2025 г.)

Исследованы абсорбционно-люминесцентные свойства ионов Er^{3+} и Nd^{3+} в оксифторидных барий-бороалюмосиликатных стеклах $\text{BaO/BaF}_2\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ посредством регистрации спектров оптического поглощения и фотолюминесценции. Для возбуждения фотолюминесценции ионов неодима использовалось лазерное излучение с длиной волны 808 нм. Свечение на трёх основных переходах ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_J$ ионов неодима наблюдалось на длинах волн 890, 1060 и 1330 нм. Лазеры с излучением на длинах волн 808 и 980 нм использовались для возбуждения ИК-излучения ионов эрбия на длине волны ~1550 нм, соответствующей переходу ${}^4I_{13/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$, а также для возбуждения УС излучения ионов эрбия в видимой области спектра полос люминесценции: синей (${}^2H_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$), зеленой (${}^2H_{11/2}, {}^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$) и красной (${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$).

1. Введение

Боросиликатные стёкла находят широкое применение в микроэлектронике и фотонике благодаря их химической устойчивости, микротвердости, прозрачности в оптическом диапазоне и высокой температуре размягчения. Современные требования к материалам для оптоэлектронных устройств стимулируют разработку новых стеклообразных материалов с регулируемыми теплофизическими свойствами, высокой термической стабильностью и возможностью активирования редкоземельными ионами для создания люминофоров [1, 2].

Среди боросиликатных стекол с добавками щелочноземельных металлов боросиликаты бария имеют относительно низкие температуры стеклования и в широкой области составов сохраняют стабильность свойств, что может быть предпочтительным в зависимости от области применения, а также с точки зрения энергетических затрат при производстве [3]. Они также обладают самыми высокими показателями преломления и используются в оптических стеклах, а также для защиты от фотонного излучения [4].

Одним из подходов к модификации свойств боросиликатных стекол

является введение оксидов и фторидов двухвалентных щелочноземельных металлов, таких как Ва, в виде бинарных смесей ВаО/ВаF₂. Эти добавки выполняют роль модификаторов, влияя на процессы стеклообразования, фазового разделения и кристаллизации. Введение оксида алюминия (Al₂O₃) затрудняет синтез по сравнению с обычным боросиликатным стеклом, но понижает кристаллизационную способность стекла, повышает его прочность и способность выдерживать более высокие температуры. При содержании менее 30 мол% Al₂O₃ в основном выступает в роли сеткообразователя, тогда как увеличение концентрации Al₂O₃ приводит к усилению его модифицирующей роли в исследуемом стекле [5–7]. Бороалюмосиликатные стекла находят разнообразное применение, например, в качестве матрицы для создания специальных материалов, используемых в твердотельных лазерах [8].

Целью настоящей работы было исследовать стекла системы ВаО/ВаF₂–SiO₂–В₂O₃–Al₂O₃, активированные по отдельности ионами неодима и эрбия, и оценить возможность получения на их основе механически и химически устойчивых стекол, пригодных для использования в качестве матрицы для получения стеклообразных люминофоров.

2. Методы исследований и образцы стекол

Синтезированы стекла системы ВаО/ВаF₂–SiO₂–В₂O₃–Al₂O₃ с соотношением 0.8ВаО/0.2ВаF₂. В качестве реагентов использовались: ВаСО₃ и ВаF₂ марки “ос.ч.”, Н₃ВО₃ марки “ч. д. а.”, Al₂O₃ марки “ч.д. а.”, SiO₂ марки “ч.” и активаторы в виде оксидов эрбия и неодима в количестве 2.5 мас% сверх 100%. Синтез стекла осуществлен традиционным методом плавления исходных компонентов в электрической печи (LHT 08/17, 77 Nabertherm) в платиновом тигле, в расчете 20 г стекла, в течение 1 ч при температуре 1350–1400°C в атмосфере воздуха. Образцы стекол получены отливанием стекломассы на предварительно подогретую графитовую форму. Стекла отжигались в электрической муфельной печи (N 11H Nabertherm) при 500°C, затем шлифовались и полировались.

Оптическая абсорбционная спектроскопия проводилась с использованием двойных спектрофотометров Cary-7000 и SHIMADZU UV-1800 в спектральной области 200–3300 нм. Образцы для исследований представляли собой полированные прямоугольные призмы для люминесцентных исследований в 90-градусной геометрии и полированные пластины для изменения оптических спектров пропускания. Возбуждение спектров ФЛ осуществляли диодными лазерами на 808 и 980 нм. Спектры излучения регистрировали с помощью модифицированного спектрометра ДФС-24 (ЛОМО) и спектрального комплекса КСВУ (ЛОМО). Сбор данных и управление экспериментом осуществляли с помощью DAQ системы фирмы National Instruments. Для регистрации сигнала использовался 8-канальный виртуальный анализатор фирмы National Instruments и специально разработанное для него программное обеспечение на основе пакета прикладных программ LabVIEW. Все измерения проводились при комнатной температуре. Исследования колебательной структуры с помощью IR-ATR спектров исследуемых стекол проводились на спектрометре Nicolet iS50 ATR spectrometer (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) в частотной области 600–2000 см⁻¹.

Химический состав синтетического стекла определяли методами количественного химического анализа согласно методике НСАМ (Научный

Совет по Аналитическим Методам) №138-Х. Методика служит для определения кремния, железа, алюминия, титана, кальция, магния, марганца и фосфора в силикатных и карбонатных соединениях. Результаты химического анализа

Табл.1. Химический состав стекол BaO/BaF₂-SiO₂-B₂O₃-Al₂O₃ (в мас%)

Основные элементы	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	B ₂ O ₃	FeO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	F ⁻	loi	CaO	MgO	Сумма
Glass-Nd	25.16	6.72	54.07	9.232	0.008	0.01	0.28	0.05	1.65	0.32	-	-	100
Glass-Er	24.54	6.84	53.48	10.153	0.007	0.02	0.28	0.05	1.89	0.24	-	-	100

приведены в табл.1.

Реальное содержание редкоземельных примесей (Nd, Eu, Pr) в полученных стеклах определяли методом гамма-активационного анализа на линейном ускорителе электронов ЛУЭ-75 Национальной научной лаборатории им. Алиханяна с использованием пучков тормозных фотонов [9]. Содержание эрбия (Er) определяли методом протонно-активационного анализа с использованием протонного пучка циклотрона С-18 [10]. Концентрация эрбия в легированном эрбием стекле составила 3.63 ± 0.84 мас%. Концентрация неодима в легированном неодимом стекле составила 1.33 ± 0.24 мас%. При этом в исследуемых легированных неодимом образцах зарегистрированы следующие посторонние примеси: европия $(2.0 \pm 0.5) \times 10^{-2}$ и празеодима $(6.1 \pm 4.0) \times 10^{-3}$ мас%, а в легированных эрбием образцах – празеодима $(4.9 \pm 2.8) \times 10^{-2}$ мас%.

3. Результаты и их обсуждение

3.1. Спектроскопия ионов Nd³⁺ в стеклах BaO/BaF₂-SiO₂-B₂O₃-Al₂O₃

На рис.1 представлены спектры пропускания с идентифицированными межмультиплетными переходами ⁴I_{15/2} → J' ионов Nd³⁺ (рис.1), лежащие в области прозрачности исследуемых стекол.

Ионы Nd³⁺ в различных средах отличает простая схема излучательных переходов, представленная на рис.2а. В исследуемых стеклах возбуждение фотолюминесценции эффективно осуществляли излучением диодного лазера с

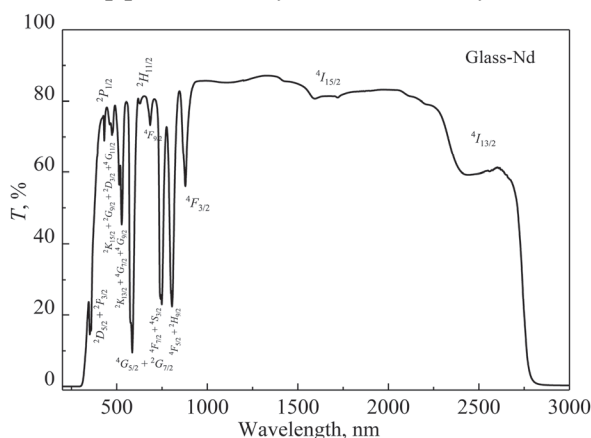


Рис.1. Спектры пропускания с идентифицированными межмультиплетными ⁴I_{9/2} → J' переходами ионов Nd³⁺ в стеклах BaO/BaF₂-SiO₂-B₂O₃-Al₂O₃.

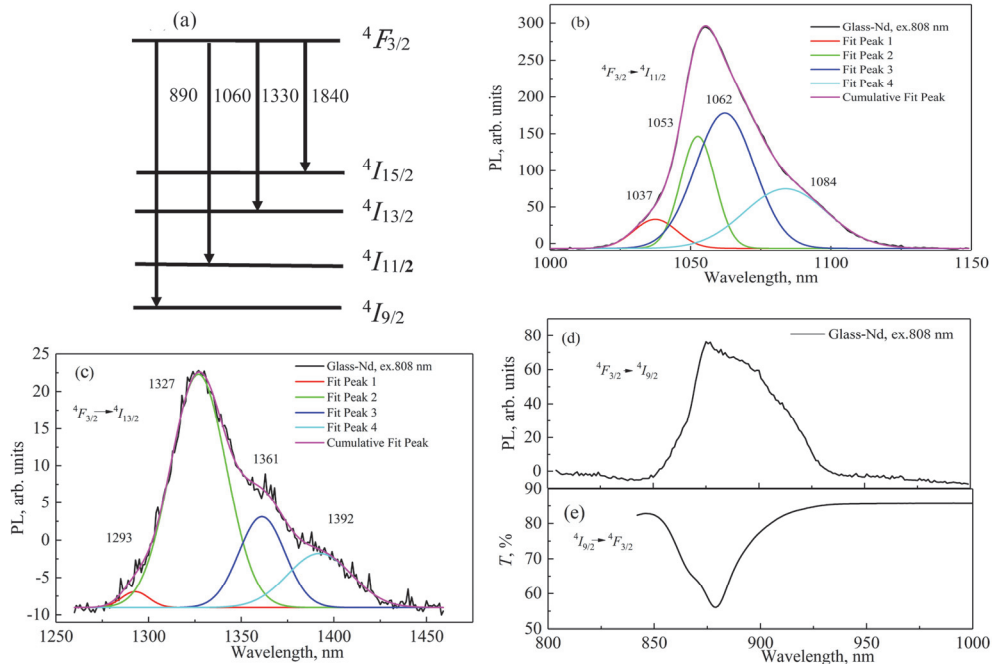


Рис.2. (а) Упрощенная схема энергетических уровней ионов Nd^{3+} и излучательные переходы ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_J$. Спектры фотолюминесценции, соответствующие переходам (b) ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$, (c) ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$, (d) ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$ ионов Nd^{3+} в исследуемых стеклах при возбуждении излучением диодного лазера на 808 нм, а также (е) спектр поглощения на резонансном переходе ${}^4I_{9/2} \rightarrow {}^4F_{3/2}$.

длиной волны 808 нм.

Ионы активатора, находясь в разупорядоченной структуре стекла и его кристаллическом поле демонстрируют в спектрах излучения и поглощения широкие полосы с неоднородным уширением, поэтому расшифровка штарковских уровней не представляется возможной. На рис.2b, c для переходов ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ и ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$ показаны спектры с гауссовским разложением полос фотолюминесценции. Для перехода ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$ из-за резонансного поглощения сделать это не удалось.

3.2. Спектроскопия ионов Er^{3+} в стеклах $\text{BaO/BaF}_2\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$

На рис.3 показаны полосы поглощения, соответствующие переходам ${}^4I_{15/2} \rightarrow J'$ ионов Er^{3+} в оптической области прозрачности исследуемых стекол.

Ионы Er^{3+} в различных средах отличает более сложная схема энергетических уровней с возбуждающими и излучательными переходами, которая представлена на рис.4. Потери, вызванные фотонами с энергией ниже ширины запрещенной зоны, можно уменьшить, используя концепцию апконверсии (UC), при которой два или более низкоэнергетических фотона (ИК-диапазон) преобразуются в один фотон с более высокой энергией (видимый диапазон) через долгоживущее промежуточное состояние посредством антистоксовского излучения [11–14]. Представленная на рис.4 схема энергетических уровней иллюстрирует возможные механизмы возбуждения и излучательные переходы в стеклах

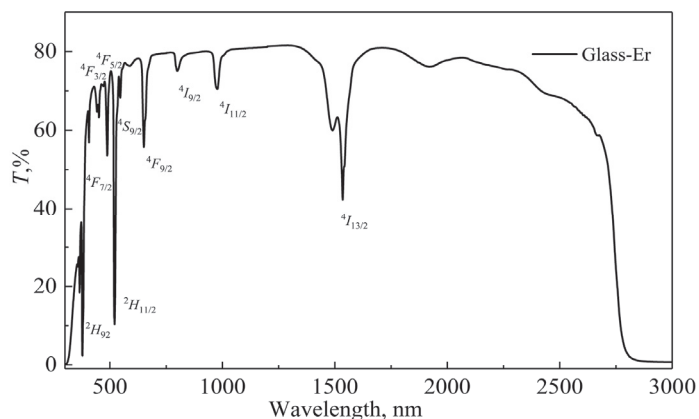


Рис.3. Спектры пропускания с идентифицированными межмультиплетными переходами ионов Er^{3+} в стеклах $\text{BaO/BaF}_2\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$.

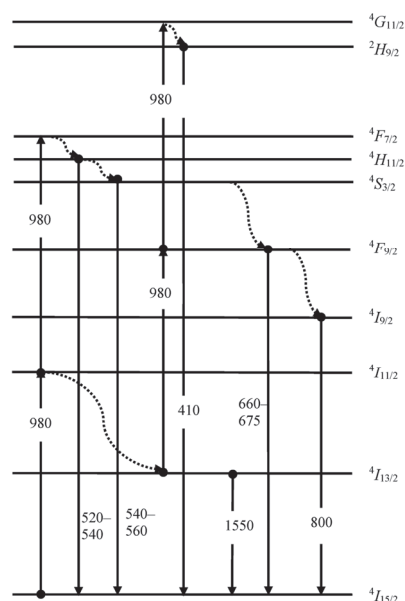


Рис.4. Схема энергетических уровней ионов Er^{3+} и переходы между ними в стеклах $\text{BaO/BaF}_2\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$. Волнистыми линиями показаны безызлучательные переходы.

$\text{BaO/BaF}_2\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$, активированных ионами Er^{3+} . В зависимости от длины волны возбуждения, наблюдаемая люминесценция может быть обусловлена как поглощением в возбужденном состоянии (ESA), так и процессами преобразования энергии с переносом вверх (ETU).

Спектры УС фотолюминесценции искомым стеклом, активированным ионами Er^{3+} , показанные на рис.5, наблюдались при возбуждении диодным лазером на длине волны 980 нм. Они состояли из синей полосы с центром на ~ 440 нм (переход ${}^2H_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$), двух зеленых полос на ~ 520 и ~ 550 нм, связанных с переходами ${}^2H_{11/2}$, ${}^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$, и красной полосы на ~ 650 нм (переход ${}^2F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$), а также слабую по интенсивности полосу на ~ 820 нм, соответствующую переходу ${}^4I_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$.

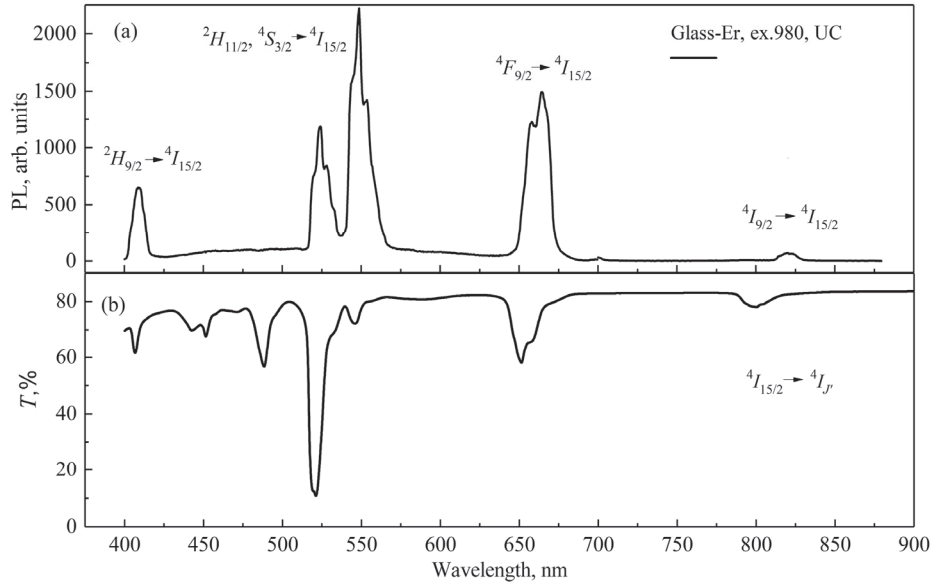


Рис.5. (а) спектры УС-фотолюминесценции и (б) спектры поглощения в той же спектральной области ионов Er^{3+} в искоемых стеклах при возбуждении лазерным излучением на 980 нм.

Кроме того, интенсивная инфракрасная полоса фотолюминесценции с основным пиком вблизи 1550 нм, соответствующая технологически важному переходу с первого возбужденного уровня $^4I_{13/2}$ на основной $^4I_{15/2}$ ионов Er^{3+} , наблюдалась при возбуждения излучением диодных лазеров с длиной волны 980 и 808 нм, представленных соответственно на рис.6а и рис.6б. Из-за присущему стеклообразным матрицам неоднородному уширению полос излучения эрбия зарегистрированные спектры фотолюминесценции анализировались путем разложения широкого профиля излучения на гауссовы компоненты. Этот анализ позволил выделить четыре отчетливых максимума, отражающих штарковское расщепление энергетических уровней эрбия, вызванное неупорядоченным локальным окружением стеклообразной матрицы.

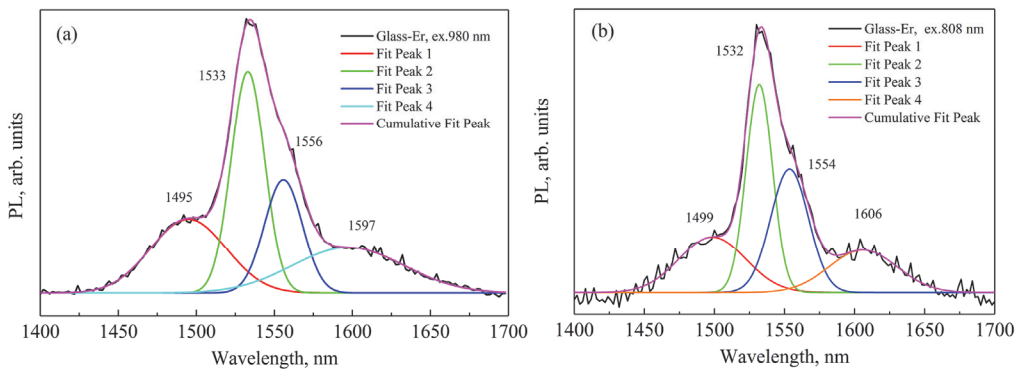
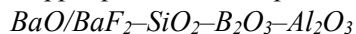


Рис.6. Спектры фотолюминесценции, соответствующие переходу $^4I_{13/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ ионов Er^{3+} в исследуемых стеклах при возбуждении лазерным излучением на (а) 980 и (б) 808 нм.

3.3. Инфракрасные спектры поглощения АТІR в стеклах



Методом НПВО – нарушенного полного внутреннего отражения исследовались инфракрасные спектры поглощения (АТІR) приповерхностного слоя вещества для анализа колебательного спектра. На рис.7а,б показаны полученные результаты с разложением полос на гауссовские составляющие. Наблюдались 4 группы полосы поглощения с близкими значениями максимумов и с идентичной формой полос поглощения в спектральной области 600–2000 cm^{-1} в стеклах $\text{BaO/BaF}_2\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$, активированных как неодимом, так и эрбием.

В работе [15], где рассматривались тройные системы $\text{B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, в которые для стабилизации стекла добавлялись в небольших количествах BaO и соотношение $\text{B}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ варьировалось и составляло в том числе 1.3 (в нашем случае 1.7). В частотной области 600–2000 cm^{-1} наблюдали 5 ИК полос поглощения, четыре из которых с разной интенсивностью присутствуют в спектрах, представленных на рис.5. Полоса с центром 672 (673 cm^{-1}) объясняется изгибным колебанием В–О–В in треугольниках $[\text{BO}_3]$. Наблюдаемая нами интенсивная полоса на 850 (855 cm^{-1}) и далее на $\sim 1000 \text{ cm}^{-1}$ приписывается продольным колебания растяжения (сжатия) В–О–В in тетраэдрах $[\text{BO}_4]$. Треугольники $[\text{BO}_3]$ и тетраэдры $[\text{BO}_4]$ являются основными структурными единицами в стеклах $\text{B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ glasses. Полоса на $\sim 1370 \text{ cm}^{-1}$ связана с колебаниями колец бор–кислород.

В работе [16] изучены спектры комбинационного рассеяния боросиликатных стекол $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ с содержанием оксида щелочноземельного металла (BaO) вплоть до 45 мол% и с различным соотношением $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ (больше, равно и меньше 1). Полосу 675 cm^{-1} связывают с колебаниями немоستيковых атомов кислорода в боратных треугольниках (колебания метаборатных цепочек). Полосу на 860 приписывают валентным колебаниям связей в тетраэдрах с тремя немоستيковыми атомами кислорода (Q^1). Полоса 1360 cm^{-1} в исследованиях щелочных боратных стекол приписывается антисимметричным колебаниям планарных треугольников $\text{BO}_{3/2\text{loose}}$ в виде фрагментов неупорядоченной борокислородной сетки.

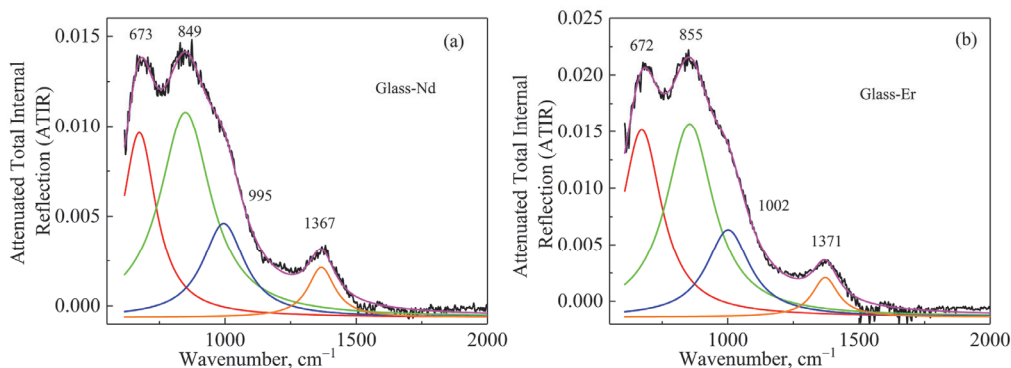


Рис.7. Колебательные спектры АТІR для исследуемых стекол с ионами (а) Nd^{3+} and (b) Er^{3+} в частотной области 600–2000 cm^{-1} .

4. Заключение

Синтезированы многокомпонентные стекла системы BaO/BaF₂-SiO₂-B₂O₃-Al₂O₃, активированные по отдельности ионами неодима и эрбия. Исследованы их абсорбционно-люминесцентные свойства ионов посредством регистрации спектров оптического поглощения и фотолюминесценции. Идентифицированы межмультиплетные переходы ионов Nd³⁺ и Er³⁺ в спектрах поглощения в стеклах BaO/BaF₂-SiO₂-B₂O₃-Al₂O₃. Для возбуждения фотолюминесценции использовалось излучение диодного лазера с длиной волны 808 нм для основных переходов ионов неодима (890, 1060 и 1330 нм). Для возбуждения ИК-излучения ионов эрбия на длине волны ~1550 нм, а также для возбуждения УС излучения ионов эрбия в видимом диапазоне (синяя, зеленая и красная полосы люминесценции) использовалось излучение диодных лазеров с длинами волн 808 и 980 нм. По спектрам АТIR идентифицированы колебательные полосы в частотной области 600–2000 см⁻¹ для исследуемых стекол. Результаты исследований показали, что стекла состава BaO/BaF₂-SiO₂-B₂O₃-Al₂O₃ могут служить эффективными матрицами для активирования редкоземельными ионами с целью создания люминофоров.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета по высшему образованию и науке РА в рамках проекта N 1-6/IPR.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д.Т. Валиев, С.А. Степанов, G. Yao, Y. Zhou. Физика твердого тела, **61**, 1879 (2019).
2. Vinod Hegde, G. Devarajulu, A.G. Pramod, S.B. Kolavekar, Dalal Abdullah Aloraini, A.H. Almuqrin, M.I. Sayyed, G. Jagannath. Photonics, **9**, 355 (2022).
3. S. Bhattacharya, H.D. Shashikala. Physica B: Condensed Matter, **571**, 76 (2019).
4. O.L.G. Alderman. Phys. Rev. Materials, **9**, 105603 (2025).
5. A.A. Osipov, V.E. Eremyashev, A.S. Mazur, P.M. Tolstoi, L.M. Osipov. Glass Physics and Chemistry, **42**, 230 (2016).
6. S.E. Lin, Y.R. Cheng, W.C.J. Wei. J. Non-Crystalline Solids, **358**, 174 (2012).
7. A. Dhara, R.K. Mishra, R. Shukla, T.P. Valsala, V. Sudarsan, A.K. Tyagi, C.P. Kaushik. J. Non-Crystalline Solids, **447**, 283 (2016).
8. S.K. Evstropiev, A.V. Shashkin, N.B. Knyazyan, G.G. Manukyan, V.V. Bagramyan, A.V. Timchuk, V.L. Stolyarova. J. Non-Crystalline Solids, **580**, 121386 (2022).
9. A.Y. Aleksanyan, S.M. Amirkhanyan, A.G. Aperyanyan, H.R. Gulkanyan, T.V. Kotanjyan, M.A. Levonyan, V.S. Pogosov, L.A. Poghosyan, A.S. Saakov, A.A. Shahinyan. J. Contemp. Phys., **58**, 326 (2023).
10. T.V. Kotanjyan, A.Y. Aleksanyan, A.O. Kechechyan, S.M. Amirkhanyan, D.A. Martiryan, H.R. Gulkanyan, L.A. Poghosyan. Phys. Rev. C, **109**, 065802 (2024).
11. N. Chaudhary, M. Pahuja, and K. Ghosh. Review Article, Mater. Adv., **5**, 1783 (2024).
12. Т.С. Севостьянова, Е.В. Жукова, О.Б. Петрова, А.В. Хомяков. Успехи в химии и химической технологии, **29**, 64 (2015).
13. F. Zeng, G. Ren, X. Qiu, Q. Yang, J. Chen. J. Non-Cryst. Sol., **354**, 3428 (2008).
14. A.V.S. Yeswanth, Ib Singh Deo, Anu, A.S. Rao, G. Vijaya Prakash. J. Non-Crystalline Solids, **609**, 122280 (2023).
15. Y. Cheng, H. Xiao, C. Shuguang, B. Tang. Physica B, **404**, 1230 (2009).
16. Л.А. Неволлина, О.Н. Королева, Н.Г. Тюрнина, З.Г. Тюрнина. Физика и химия стекла, **47**, 29 (2021).

OXYFLUORIDE BARIUM BOROALUMINOSILICATE GLASSES ACTIVATED
WITH NEODYMIUM AND ERBIUM IONS: OPTICAL PROPERTIES

N.R. AGHAMALYAN, YE.A. KAFADARYAN, N.B. KNYAZYAN, G.G. MANUKYAN,
V.V. BAGHRAMYAN, A.S. SAAKOV, S.V. MKRTCHYAN, A.Y. ALEKSANYAN,
L.A. POGHOSYAN, M.N. NERSISYAN

The absorption and luminescence properties of Er^{3+} and Nd^{3+} ions in oxyfluoride barium boroaluminosilicate glasses of the $\text{BaO/BaF}_2\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ system were investigated by recording optical absorption and photoluminescence spectra. Photoluminescence of neodymium ions was exciting using laser radiation at a wavelength of 808 nm. Emission on the three main ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_J$ transitions of Nd^{3+} ions was observed at wavelengths of 890, 1060, and 1330 nm. Laser radiation at wavelengths of 808 and 980 nm was used to excite infrared emission of erbium ions at ~ 1550 nm, corresponding to the ${}^4I_{13/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ transition, as well as to excite upconversion (UC) emission of Er^{3+} ions in the visible range, including blue (${}^2H_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$), green (${}^2H_{11/2}$, ${}^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$), and red (${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$) luminescence bands.

ՕՔՄԻՖՏՈՐԻԴԱՅԻՆ ԲԱՐԻՈՒՄԻ ԲՈՐԱԼՅՈՒՄԻՆՈՍԻԼԻԿԱՏԱՅԻՆ ԱՊԱԿԻՆԵՐ,
ԱԿՏԻՎԱՑՎԱԾ ՆԵՈԴԻՄԻՈՒՄԻ և ԷՐԲԻՈՒՄԻ ԻՈՆՆԵՐՈՎ. ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ
ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ն.Ռ. ԱՂԱՄԱԼՅԱՆ, Ե.Ա. ԿԱՖԱԴԱՐՅԱՆ, Ն.Բ. ԿՆՅԱԶՅԱՆ, Գ.Գ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ,
Վ.Վ. ԲԱԶՐԱՄՅԱՆ, Ա.Ս. ՍԱԱԿՈՎ, Ս.Վ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Ա.ՅՄ. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ,
Լ.Ա. ՊՈՂՈՍՅԱՆ, Մ.Ն. ՆԵՐՍԻՍՅԱՆ

Ուսումնասիրվել են Er^{3+} և Nd^{3+} իոնների աբսորբցիոն և լյումինեսցենտ հատկությունները օքսիֆտորիդային բարիումի բորալյումինոսիլիկատային ապակիներում $\text{BaO/BaF}_2\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ համակարգում՝ օպտիկական կլանման և ֆոտոլյումինեսցենցիայի սպեկտրների գրանցման միջոցով: Նեոդիմի իոնների ֆոտոլյումինեսցենցիայի գրգռման համար կիրառվել է լազերային ճառագայթում 808 նմ ալիքի երկարությամբ: Նեոդիմի իոնների ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_J$ երեք հիմնական անցումների համապատասխան ճառագայթումը դիտվել է 890, 1060 և 1330 նմ ալիքի երկարություններում: 808 և 980 նմ ալիքի երկարություններով լազերային ճառագայթումը օգտագործվել է երբիումի իոնների ինֆրակարմիր ճառագայթման գրգռման համար մոտ 1550 նմ ալիքի երկարությունում, որը համապատասխանում է ${}^4I_{13/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ անցմանը, ինչպես նաև երբիումի իոնների վերափոխակերպված (UC) ճառագայթման գրգռման համար տեսանելի տիրույթում՝ ներառյալ կապույտ (${}^2H_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$), կանաչ green (${}^2H_{11/2}$, ${}^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$) և կարմիր (${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$) լյումինեսցենցիայի շերտերը: