

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор Московского Государственного
Университета им. М.В.Ломоносова

А.А.Федянин



22 июля 2015г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова" на диссертацию Базакуцы Алексея Павловича «ВЛИЯНИЕ МЕЖДОУЗЕЛЬНЫХ МОЛЕКУЛ ВОДОРОДА И ДЕЙТЕРИЯ НА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ АКТИВАТОРОВ В КВАРЦЕВОМ СТЕКЛЕ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДОВ», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Насыщение молекулярным водородом и дейтерием оптических волокон из кварцевого стекла является важным технологическим приёмом в волоконной оптике. Он используется для повышения фоточувствительности волоконных световодов к ультрафиолетовому излучению, а также для повышения радиационной стойкости волокон, используемых в условиях повышенного радиационного фона. Неоднократно отмечалось тушение люминесценции активаторов в кварцевом стекле волоконных световодов в результате насыщения его H_2 и D_2 , однако детально этот процесс изучен не был.

Работа Базакуцы А.П. посвящена экспериментальному исследованию влияния мигрирующих по стеклу волоконных световодов молекулярных димеров на люминесценцию редкоземельных примесей эрбия и иттербия, а также малоизученного активатора висмута. Кроме того, значительное внимание уделяется исследованию природы висмутовых активных центров. Изучение люминесценции висмута в кварцевом стекле является отдельной важной темой, поскольку его использование позволило бы расширить диапазон работы волоконных лазеров и усилителей, используемых в волоконно-оптических линиях

связи. Таким образом, актуальность представленной диссертационной работы не вызывает сомнений.

В диссертационной работе Базакуцы А.П. было получено много новых, интересных научных результатов, имеющих значение, как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения. Наиболее важные научные результаты состоят в следующем:

1. Разработана методика регистрации спектров и кинетики фотолюминесценции стекла сердцевины волоконных световодов в камере при постоянном давлении окружающей газовой среды до 150 бар в диапазоне температур 300 – 873 К. При помощи разработанной методики впервые исследована люминесценция световодов, активированных эрбием, иттербием и висмутом, в атмосферах водорода и дейтерия.
2. Обнаружено, что проникновение молекул водорода или дейтерия в сердцевину волоконных световодов приводит к ускорению кинетики спада стационарной люминесценции активаторов. Кинетические кривые приобретают вид растянутых экспонент, причем скорости спада возрастают в несколько раз при повышении температуры от 300 до 873 К. Обнаруженный эффект обратим и особенно сильно проявляется в случае люминесценции висмута в полосе с центром на длине волны 1420 нм.
3. Предложен столкновительный механизм тушения люминесценции молекулами водорода и дейтерия в кварцевом стекле. Его суть состоит в передаче энергии от возбужденных активаторов колебательным степеням свободы блуждающих в сетке стекла междоузельных димеров. Установлено, что скорость столкновительного тушения становится отличной от нуля при температурах выше ~100 – 150 К, когда термически возбуждаются вращательные степени свободы молекул H_2 и D_2 .
4. Впервые исследована люминесценция висмута в кварцевом стекле с добавкой фтора. Обнаружен «аномальный» двукратный рост интенсивности стационарной ИК люминесценции висмутовых включений в полосе с центром на длине волны 1420 нм с увеличением температуры от 300 до 873 К. Эта

особенность объясняется в рамках предложенной и обоснованной трехуровневой схемы электронных переходов со средним метастабильным уровнем.

Практическая значимость диссертационной работы Базакуцы А.П. состоит в следующем:

1. Проведённое исследование влияния растворённого водорода и дейтерия на люминесценцию редкоземельных активаторов в кварцевом стекле волоконных световодов позволит оптимизировать работу волоконных лазеров и усилителей, используемых в условиях повышенного радиационного фона.
2. Тушение люминесценции мигрирующими по стеклу молекулярными димерами является удобной экспериментальной моделью для изучения диффузионно контролируемых бимолекулярных реакций.
3. Предложенная схема электронных переходов, ответственных за люминесценцию висмута в кварцевом стекле волоконных световодов позволяет значительно продвинуться на пути создания эффективных висмутовых волоконных лазеров и усилителей.

Результаты исследований, проведённых Базакуцей А.П., представляют несомненный практический интерес. Полученные в работе результаты рекомендуются к использованию в следующих организациях: Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН, Научный центр волоконной оптики РАН, Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, МГТУ им. Н. Э. Баумана, ВНИИКП, и в других институтах РАН и Министерства образования и науки.

Вместе с тем, по диссертации можно высказать следующие замечания, часть из которых носит рекомендательный характер:

1. Автор использует кривую Кольрауша (растянутую экспоненту) для аппроксимации полученных кинетических кривых, однако отсутствует четкое обоснование использования именно этой математической модели, и не рассматриваются другие физические модели, которые можно применять для описания подобных процессов.
2. В работе приведены результаты исследования люминесцентных свойств чисто-кварцевых и фтор-силикатных оптических волокон, легированных висмутом, насыщенных молекулярным водородом и дейтерием. Между тем, неизученным

остался вопрос влияния междоузельных димеров на люминесценцию висмута в волоконных световодах с добавкой алюминия, при том, что исследованию таких световодов посвящено большое количество работ.

3. Приведенные на рис.4.5 (стр.70) результаты необходимо прокомментировать на тему: какой физический смысл имеют изображенные на нем колебания времени жизни люминесценции (которые явно оказываются больше ошибки измерения) при росте температуры образца.

4. Следует также отметить некоторую небрежность в трактовке приводимых отдельных фактов. Подобное замечание касается, например, утверждение диссертанта на стр.35 о том, что функция Кольрауша, применявшаяся самим автором в 1854 г. затем была «забыта» до 1970 г. На самом деле это не так. В работе [M. Berberan-Santos et al. Ann. Phys., 2008, V.17, P.460] говорится об использовании подобной функции в ряде других работ при рассмотрении дипольных и квадрупольных взаимодействий, изданных до 1970 г.

Несмотря на отмеченные недостатки можно считать, что в целом, диссертационная работа Базакуцы А.П. выполнена на высоком профессиональном уровне и содержит ряд ценных результатов, позволяющих решать задачи научного и прикладного характера в области люминесцентных свойств активных кварцевых волоконных световодов, которые имеют большое значение для развития физики конденсированного состояния.

Материалы диссертации были представлены на: 36-ой международной конференции по оптической связи ECOC-2010 (Турин, Италия, 2010 г.), 14-ой международной конференции Laser Optics (Санкт-Петербург, 2010 г.), 53-й научной конференции МФТИ (Москва, 2011 г.), III-й всероссийской конференции по волоконной оптике (Пермь, 2011), 9-ом международном симпозиуме Advanced Dielectrics and Related Devices (Йер, Франция, 2012), II-й Всероссийской конференции по фотонике и информационной оптике, (МИФИ, Москва, 2013 г.), на международном конгрессе по стеклу ICG 2013 (Прага, 2013), на международной конференции по волоконно-оптической связи OFC-2013 (Лос-Анджелес, 2013).

По результатам работы опубликовано 6 статей в рецензируемых научных журналах: «Радиотехника и электроника», «Нелинейный мир», «Journal of Non-Crystalline Solids» (3 статьи), Optics Express.

Новизна полученных автором результатов не вызывает сомнения. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Таким образом, диссертация Базакуцы А.П. удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Доклад Базакуцы А.П. заслушан на семинаре отдела физических проблем квантовой электроники НИИ ЯФ МГУ по взаимодействию излучения с веществом 8 июля 2015г., протокол №5. Отзыв подготовлен зав. отделом, д.ф.м.н. Васильевым А.Н. и в.н.с., к.ф.м.н. Рыбалтовским А.О.

Директор НИИ ЯФ МГУ

профессор

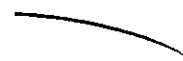


Зав. отдела физических

проблем квантовой электроники НИИ Я

д.ф.м.н.


Панасюк М.И.



Васильев А.Н.

в.н.с. отдела, к.ф.м.н.



Рыбалтовский А.О.

адрес: 119991, Москва, Ленинские Горы, д.1, стр.2.

тел. +7 89166930224

e-mail: alex19422008@rambler.ru