



**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ОПТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ**

**Всероссийского научного центра «ГОИ им. С. И. Вавилова»
(ОАО «НИТИОМ ВНЦ «ГОИ им. С. И. Вавилова»)**

192171, Санкт-Петербург, ул. Бабушкина, д.36, корпус 1,
тел.: (812) 386-73-16, факс: (812) 560-10-22; e-mail: info@goi.ru
ИНН/КПП 7811483834/781101001, ОКПО 07505944, ОГРН 1117847038121

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Жидкова И. С. «Электронное строение и радиационно-оптические свойства свинцово-силикатных стекол», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Свинцово-силикатные стекла находят широкое применение в разных областях современной техники. Так, они являются основой таких типов оптических стекол, как тяжелые и сверхтяжелые флинты, без использования которых невозможно построить оптический прибор гражданского или специального назначения с высоким качеством передаваемого изображения. Далее, свинцово-силикатные стекла используются в построении смотровых радиационно-защитных окон «горячих» камер, дающих возможность оператору с помощью механических манипуляторов проводить операции с объектами, находящимися в «горячей» камере, не подвергая себя опасности быть облученным ионизирующим излучением, испускаемым этими объектами. Под действием фотонного или корпускулярного ионизирующего излучения имеет место изменение многих функционально важных свойств стекла. Прежде всего, речь, конечно, идет о снижении его пропускающей способности в видимой области спектра. Отметим, что свинецсодержащие стекла характеризуются более высокой радиационной чувствительностью, чем бессвинцовые стекла. Это ставит перед материаловедомы задачу повышения радиационно-оптической устойчивости свинецсодержащих стекол, в том числе и стекол свинцово-

силикатной системы. Для ее решения необходимо в спектрах наведенного радиацией поглощения (НП) выделить поглощение дырочных и электронных центров окраски (ЦО), установить факторы, влияющие на их концентрацию и время жизни, что сильно осложняется практически полной бесструктурностью спектров НП свинецсодержащих стекол. Разумеется, нужно получить надежную информацию о центрах захвата носителей заряда, генерируемых в матрице стекла ионизирующим излучением. Однако это невозможно сделать без установления природы электронных состояний, формирующих как края разрешенных зон, так и их состояний, «локализованных» в запрещенной зоне стекла вблизи этих краев, без выявления типов электронных переходов, ответственных как за поглощение, так и за испускание излучения облученным стеклом. Решение названной выше задачи требует учета двойственной роли свинца в формировании сетки стекла в зависимости от его концентрации, выявления влияния степени структурного беспорядка в стекле на протяженность областей «локализованных» состояний. Поскольку к началу рецензируемой работы все это требовало решения, то **тему диссертационной работы Жидкова И. С. следует признать актуальной.** Подтверждением актуальности работы диссертанта служит и то обстоятельство, что исследования по теме диссертации проводились при поддержке РФФИ в рамках 2-х грантов.

Научная новизна диссертационной работы, выполненной Жидковым И. С., сомнений не вызывает. Во-первых, автором впервые получен обширный комплекс данных об электронной структуре мало- и моногосвинцовых силикатных стекол. Им показано, что два эти вида стекол существенно различаются по электронной структуре краев разрешенных зон и областей «локализованных» состояний. Во-вторых, установлена природа электронных состояний свинца и кислорода, переходы электронов между которыми ответственны за образование дырочных и электронных ЦО, а также за люминесценцию исследуемых стекол. Изучен характер температурного тушения люминесценции свинецсодержащих стекол, установлены

закономерности образования и эволюции короткоживущих радиационных дефектов под действием мощных электронных пучков. В-третьих, выявлены двойственная структурная роль бериллия и его влияние на радиационную чувствительность стекол тройной бериллиево-свинцово-силикатной системы.

Выполненная Жидковым И. С. диссертационная работа характеризуется **высокой практической значимостью**. Во-первых, полученный автором комплекс данных может быть использован при разработке новых радиационно-стойких стекол. Во-вторых, он пополняет базу данных об электронных возбуждениях в некристаллических материалах, характеризующихся разной степенью структурного беспорядка. В-третьих, он может быть использован в обучении студентов физических специальностей.

Детальное знакомство с диссертационной работой Жидкова И. С. позволяет сделать уверенный вывод о **надежности и достоверности ее результатов**. В самом деле, в своей работе автор использовал очень широкий набор экспериментальных и теоретических методов исследования, которые давали качественно и количественно согласующиеся друг с другом результаты. Более того, в работе продемонстрировано хорошее согласие результатов автора с результатами других исследователей, полученными независимыми способами. Далее, некоторые виды экспериментов проводились в иностранных научных центрах, например, в Беркли, США, Гамбурге, Германия, а также в других институтах и университетах России, что всегда означает более серьезное обсуждение как программы экспериментов, так и процедуры их проведения, а также более строгое обсуждение полученных результатов. Все это обеспечило **обоснованность выводов**, сделанных на основе полученных автором результатов.

По теме исследований, вошедших в диссертацию, автором опубликовано 4 статьи в ведущих реферируемых отечественных и зарубежных периодических изданиях из Перечня ВАК РФ, их результаты докладывались на 5 конференциях, проводившихся в России. Все это дает основание говорить о **достаточной апробации результатов** диссертационной работы.

По содержанию работы, по методам получения результатов, по глубине их анализа, по сделанным на их основе выводам серьезных замечаний у оппонента нет. Тем не менее, нельзя не указать на ряд мелких **недостатков**, касающихся, прежде всего, оформления рукописей. Перечислим их.

1. В обзоре литературы (первая глава) об оксиде бериллия нет ни слова, поэтому задача изучить атомную и электронную структуру стекол тройной бериллиево-свинцово-силикатной системы, которая сформулирована в конце первой главы, выглядит искусственно притянутой. Поэтому у читателя возникают вопросы о том, почему вспомнили про бериллий, зачем это сделали.

2. Следовало бы четче сказать о том, что существует 3 каталога оптических стекол: обычный, марки в котором для каждого типа стекла нумеруются в порядке их разработки одно- или двузначными числами; и 2 каталога радиационно-стойких стекол – каталоги стекол серий «100» и «200», к обозначению марок которых добавляются, соответственно, 100 и 200. Большая часть обычных стекол имеет свои радиационностойкие аналоги, вместе с тем в каталогах радиационностойких стекол имеются марки, которых нет в обычном каталоге. В итоге, когда автор указывает как объект исследования ТФ-200, читатель не всегда сразу понимает, о чем идет речь: о стеклах из каталога стекол серии «200» или о конкретной марке стекла ТФ200 (именно таково правильное обозначение стекла конкретной марки).

3. В главе 3 исследованы радиационно-оптические свойства стекол класса ТФ. В конце главы автор пишет: «Полученные результаты позволяют заключить, что вследствие сложного состава стекол класса ТФ (правильнее было бы сказать «типа» – примечание оппонента), включающего элементы переменной валентности, предполагаемая интерпретация природы центров свечения и, следовательно, механизм ФЛ носят неоднозначный характер». Вообще-то такой вывод можно было сделать, не прибегая к исследованиям, поскольку речь идет о промышленных, а не о модельных стеклах. Более того, делать какие-либо выводы о влиянии состава стекол на их характеристики без указания самих составов некорректно. Поэтому правильнее было бы сначала

изучить модельные стекла, а только затем обратиться к стеклам промышленных составов.

4. На многих рисунках представлены экспериментально измеренные спектры, которые автор раскладывает на гауссовы компоненты. Вроде бы сумма компонентов хорошо описывает экспериментальные спектральные кривые, что может свидетельствовать в пользу надежности разложения. Вместе с тем возникает вопрос о том, из каких соображений выбрано число элементарных компонент, их полуширина, особенно в тех случаях, когда спектры оказываются бесструктурными. Ведь хорошо известно, что, чем больше взять число элементарных составляющих, тем точнее можно подогнать их сумму к сложному контуру.


5. На основе полученных результатов автор делает вывод о том, что введение оксида бериллия повышает радиационно-оптическую устойчивость свинецсодержащих силикатных стекол. Однако чтобы такой вывод можно было считать обоснованным, следовало бы спектры НП бериллийсодержащих стекол сопоставить с таковыми стекол без добавок бериллия. Почему-то автор не сделал этого в своей работе.

6. В тексте встречаются не совсем правильные или жаргонные термины, например, «коэффициент преломления» вместо «показателя преломления», «наклон края фундаментального поглощения» вместо «наклон кривой зависимости коэффициента фундаментального поглощения от энергии квантов, построенной в полулогарифмических координатах». На стр. 113 упоминается «перезаряженный центр», на стр. 119 – «нейтронозащитные покрытия». Хотелось бы уточнений, что имеется в виду.

7. При знакомстве с диссертацией и авторефератом возникает ощущение о невычитанности их текстов перед опубликованием. Так, на стр. 27 автор говорит об «уменьшении ширины запрещенной зоны при переходе от многосвинцовых стекол к малосвинцовым», а следовало бы вести речь об «увеличении». Фраза в конце 1 абзаца на стр. 120 (...при дальнейшем увеличении содержания BeO до 15 мол. % наблюдается параллельный сдвиг

края в высокоэнергетическую область», что противоречит рисунку 6.1, из которого следует, что имеет место низкоэнергетический сдвиг. Далее, одному и тому же рисунку в диссертации (рис. 6.3) и в автореферате (рис. 6) дана разная подпись: в первом случае речь идет о влиянии на энергетические характеристики оптической щели... «концентрации BeO », а во втором – «концентрации ближнего порядка» (хотелось бы знать, что это такое)).

Отмеченные недостатки, однако, не сказываются на общей высокой оценке диссертационной работы Жидкова И. С. Диссертация написана хорошим языком, графически прекрасно оформлена, автореферат в полной мере передает содержание диссертации. Считаю, что в целом автор достиг поставленной перед собой цели. Им внесен весомый научный и практический вклад в установление природы электронных состояний свинецсодержащих силикатных стекол, в которых свинец или бериллий играют роль либо модификаторов сетки стекла, либо стеклообразователей. Им исследованы закономерности образования радиационных дефектов и люминесценции при разных видах возбуждения. Рецензируемая диссертационная работа отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по физике, а ее автор – ЖИДКОВ Иван Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент – начальник лаборатории лазерных стекол – главный конструктор направления ОАО НИТИОМ ВНЦ «ГОИ им. С. И. Вавилова» доктор физико-математических наук, профессор  В. И. Арбузов

Тел. 89219642195, arbuzov@goi.ru

Валерий Иванович

10 июня 2014 г., г. Санкт-Петербург.

Подпись руки Арбузова В.И.
Начальник общего отдела





Вх. №05-19/1-29
от 18.06.14 г.