ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации А.Н. Ивачева «Магниторезонансные исследования дефектной структуры монокристаллов сегнетоэлектрического германата свинца», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Тематика рецензируемой диссертации относится к **актуальной проблеме современной оптики – поиску новых материалов для голографической записи, твердотельных лазеров и магистральных усилителей в оптоволоконных линиях связи**. В диссертации исследовалась дефектная структура двух веществ такого типа – германата свинца и рубидий-свинцового хлорида. В качестве метода исследования использовался электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).

Одно из достоинств обсуждаемой диссертаций связано с использованием материалов, приготовленных в отделе оптоэлектроники и полупроводниковой техники, в котором выполнялась эта работа. Наличие большого количества образцов позволило исследовать зависимость их свойств от состава примесей и условий приготовления. Однако наиболее важные результаты, по моему мнению, связаны с анализом спектров ЭПР примесных центров различной природы.

Известно, что спектры ЭПР примесных центров являются чувствительными характеристиками к их положению в элементарной ячейке кристалла и окружению, охватывающему несколько координационных сфер. Это делает расчеты таких спектров достаточно громоздкой задачей, требующей использования вычислительной техники и специального программного обеспечения. Диссертант не только прекрасно владеет этим аппаратом, но и принимал участие в разработке ряда таких программ. Их использование обеспечило успех анализа полученных в работе спектров ЭПР, который позволил определить несколько конкретных физических параметров исследовавшихся в работе примесных центров.

Один из таких параметров – положение трехвалентных ионов Pb^{3+}, возникающих при оптическом возбуждении ионов Pb^{2+}, в элементарной ячейке кристалла

германата свинца. Для его определения было проведено сравнение экспериментальных спектров ЭПР ионов Pb^{3+} с расчетными спектрами для ионов свинца во всех шести тригональных позициях ионов Pb^{2+}. При этом учитывалось суперсверхтонкое взаимодействие с другими ионами свинца в предположении, что константа суперсверхтонкого взаимодействия убывает с расстоянием по степенному закону. Такое сравнение позволило однозначно связать оптически возбужденные ионы Pb^{3+} с ионами Pb^{2+} в позиции Pb5. Я предпочел бы другое, более общепринятое обозначение, например, в координатах узлов элементарной ячейки. Однако использование жаргонного обозначения Pb5 в данном случае не приводит к недоразумениям, поскольку в диссертации приведено изображение элементарной ячейки германата свинца, на котором указаны положения обсуждаемых ионов.

Другой **важный и оригинальный результат** связан с обнаружением примесных комплексов Gd^{3+}-F^- в германате свинца, легированного фтором. Сопоставление экспериментальных спектров ЭПР с расчетными позволило определить положение этого комплекса в элементарной ячейке германата свинца - примесный ион Gd^{3+} замещает ион Pb4, а ион F^- занимает позицию кислорода O8.

Еще один **новый результат**, свидетельствующий о высокой квалификации А.Н. Ивачева как специалиста по ЭПР, получен при изучении примесных комплексов Gd^{3+}-Si^- в германате свинца, допированного кремнием. Сложную форму их спектра ЭПР авторам удалось связать со спектрами ЭПР трех различно ориентированных комплексов Gd^{3+}-Si^- , что соответствует 12-ти переходам, связанным процессами кросс-релаксации. Специально созданная программа расчета этих спектров позволила описать все их особенности, включая дополнительный сигнал, появление которого ранее не находило объяснения.

Следует также отметить **оригинальные** результаты, связанные с описанием спектра ЭПР примесных ионов Gd^{3+} в рубидий-свинцовом хлориде. Диссертант остроумно воспользовался сравнением этих спектров со спектрами ЭПР ионов Gd^{3+} в более простом соединении $PbCl_2$. Это позволило ему установить, что ионы Gd^{3+} замещают в рубидий-свинцовом хлориде позицию свинца Pb2.

Достоверность результатов обеспечивается использованием аттестованного оборудования, апробированных экспериментальных методов и тестированного программного обеспечения фирмы Brucker, а также проведением измерений в широком диапазоне температур, согласием с экспериментальными результатами других авторов и непротиворечивостью известным физическим моделям.

Переходя к критической части отзыва, хочу отметить, что при изучении текста диссертации существенных недостатков я не обнаружил. **В качестве примеров несущественных недостатков укажу на два. Я считаю неудачным формулировку цели работы (стр. 4 автореферата и стр.7 диссертации):** «Целью работы является исследование методом ЭПР дефектной структуры монокристаллов германата свинца, подвергнутых различному легированию и модифицированию». По-моему, для цели обсуждаемой работы более подходит другая формулировка: определение параметров дефектной структуры исследуемых веществ, влияющих на их оптические свойства. Именно таким образом формулируются цели исследований во введениях к каждой оригинальной главе диссертации, поэтому я не считаю это мое замечание сколько-нибудь существенным.

Мое второе замечание следует рассматривать в качестве пожелания на будущее. Оно касается связи параметров, определяемых методами ЭПР, с параметрами электронной структуры, ответственными за оптические свойства. Для установления таких связей необходимо быть специалистом не только в области ЭПР, но и оптики. Для кандидатской диссертации такое требование я считаю чрезмерным. Надеюсь, что А.Н. Ивачев учтет это мое пожелание в своей докторской диссертации.

Еще одно совсем мелкое замечание относится к стр. 52 текста диссертации (третья строка снизу). Вместо слов «В разделе 3.6» следует читать «В разделе 1.6». я отметил эту описку с единственной целью показать, что мой отзыв составлен на основе внимательного изучения текста диссертации. Я убедился, что А.Н. Ивачев является специалистом в области ЭПР, квалификация которого вполне соответствует уровню кандидата наук.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации, результаты работы достаточно полно опубликованы.

У меня нет сомнений в том, что работа «Магниторезонансные исследования дефектной структуры монокристаллов сегнетоэлектрического германата свинца» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Александр Николаевич Ивачев, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Главный научный сотрудник
Института физики металлов УрО РАН,
доктор физико-математических наук,
профессор
kurkin@imp.uran.ru
+7(343)3744312
620990, г. Екатеринбург,
ул. С. Ковалевской, 18
ИФМ УрО РАН

Михаил Иванович. Куркин

Подпись Куркина
заверяю
Руководитель общего отдела
Н.Ф.Лямина
"03" 09 2014 г.