

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Назарзода Хайрулло Холназара «Твердые растворы антимонидов и висмутидов редкоземельных элементов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (в электротехнике).

Развитие новых областей техники настоятельно требует создание материалов с принципиально новыми свойствами, сочетающих в себе разнообразные характеристики: электрические, магнитные, оптические и другие. В связи с этим важное значение приобретают исследования, связанные с разработкой материалов, проявляющих повышенные физико-химические, в частности, магнитные свойства.

В последнее время все большее внимание исследователей, в поиске новых магнитных материалов, привлекают редкоземельные элементы (РЗЭ), сплавы и соединения, полученные на их основе. Так, например, ортоферриты и ферриты-гранаты РЗЭ нашли практически применение, как магнитные материалы, для изготовления постоянных магнитов, запоминающих и логических устройств.

В этом плане актуальными являются исследования сплавов и соединений РЗЭ с другими элементами периодической системы Д.И. Менделеева, в частности, с сурьмой и висмутом на основе которых возможно создание новых перспективных магнитных материалов.

Помимо практического значения сплавы и соединения на основе РЗЭ представляют интерес и с теоретической точки зрения. Изучение изменения физико-химических свойств сплавов и соединений с заполнением 4f – уровня позволяет создать основы для развития новых теоретических представлений.

Согласно литературным данным, наиболее полные сведения имеются по моновисмутидам РЗЭ. Антимониды и висмутиды РЗЭ других составов

изучены незначительно. Установлено, что среди всех известных сплавов и соединений РЗЭ с сурьмой и висмутом Gd_4Bi_3 проявляют самую высокую парамагнитную температуру Кюри (365 К). При этом в научной литературе нет сведений по диаграммам состояния систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$) и $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) и физико-химическим свойствам твердых растворов $Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb; x = 0.4 \div 3.6$), $Tb_{4-x}Dy_xSb_3; x = 0.4 \div 3.6$, $Gd_{4-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb; x = 0.4 \div 3.6$), $Gd_{4-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb; x = 0.4 \div 3.6, y = 0.3 \div 2.7$), $Gd_{5-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd; x = 0.5 - 4.5; y = 0.3 - 2.7$) и $Gd_{5-x}Ln_xBi_3; (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5)$, образующихся в этих системах и являющимися объектами исследования в данной диссертационной работе.

Целью диссертационной работы явилось:

- построение диаграмм состояния систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$) и $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$);

- выявление оптимальных условий синтеза указанных выше твердых растворов, а также сплавов систем $Ln - Bi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb$);

- разработка материалов, проявляющих повышенные магнитные свойства, относительно антимонидов Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$), висмутидов Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb$) и Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$).

Назарзода Х.Х. проведена значительная по объёму экспериментальная работа, которая имеет как научную, так и практическую значимость.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- разработаны научно-обоснованные методы синтеза твердых растворов $Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb; x = 0.4 \div 3.6$), $Tb_{4-x}Dy_xSb_3; x = 0.4 \div 3.6$), $Gd_{4-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb; x = 0.4 \div 3.6$), $Gd_{4-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb; x = 0.4 \div 3.6, y = 0.3 \div 2.7$), $Gd_{5-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd; x = 0.5 \div 4.5; y = 0.3 \div 2.7$), $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$), новизна которых отмечена пятью малыми патентами Республики Таджикистан, а также методы синтеза моноантимонидов $LnSb$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$), антимонидов Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$), моновисмутидов $LnBi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), висмутидов Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Gd, Nd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), а также сплавов и соединений системы $Ln - Bi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb$) с воспроизводимыми свойствами;

- построены диаграммы состояния систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$) и $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), во всем диапазоне концентраций, что позволило выявить закономерности в их строении, проявляющихся в образовании в них твердых растворов изоструктурных с исходными компонентами - Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Nd, Tm, Lu$);

- установлена корреляция концентрационных зависимостей электрофизических свойств (удельного электросопротивления и термо-э.д.с.) твердых растворов с исследованными диаграммами состояния. Определено, что твердые растворы и сплавы системы $Ln - Bi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb$) проявляют металлическую проводимость. При этом относительно низкая их электропроводность объясняется вкладом магнитного удельного электросопротивления в общее удельное электросопротивление;

- исследованием магнитных свойств указанных твердых растворов, антимонидов Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$), висмутидов Ln_4Bi_3 ($Ln =$

Pr, Nd, Tb, Yb), Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$), и сплавов системы $\text{Ln}-\text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr, Nd, Gd, Tb}$) выявлено, что им свойственна парамагнитная природа. Магнитный порядок как в РЗЭ, так и в антимонидах, висмутидах, твердых растворах и в сплавах систем $\text{Ln}-\text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr, Nd, Gd, Tb}$) устанавливается под действием косвенного обменного взаимодействия через электроны проводимости, взаимодействием Рудермана-Киттеля-Касуи-Иосиды (РККИ).

-определены парамагнитные температуры Кюри антимонидов, висмутидов, твердых растворов и сплавов систем $\text{Ln}-\text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr, Nd, Gd, Tb}$), эффективные магнитные моменты ионов РЗЭ и оценен тип их магнитного упорядочения.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- антимониды, висмутиды, твердые растворы, сплавы и соединения систем $\text{Ln}-\text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr, Nd, Gd, Tb}$), Nd, Tb) могут быть использованы для создания термоэлементов и резисторов, в качестве добавок в соединения $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}$ (AlSb, GaSb, InSb) для установления влияния f- и d - элементов на их физико-химические свойства и в качестве добавок в магнитные материалы для повышения магнитной индукции;

- в криогенной технике для повышения магнитного потока в устройствах, работающих не только при температурах жидкого азота, но и при гелиевых температурах;

-результатами диссертации могут пользоваться аспиранты и научные сотрудники, в процессе выполнения научных работ. Кроме того, материалы данной диссертационной работы могут использоваться и в учебном процессе при чтении лекций по физической, неорганической химии, физико-химическому анализу и материаловедению.

Все основные выводы базируются на обширном экспериментальном материале, научно обоснованы и соответствуют диссертационной работе.

Достоверность выдвигаемых на защиту научных положений и результатов обусловлена корректностью применяемых в работе физико-химических методов исследований; использованием аттестованного оборудования, обеспечивающего достаточный уровень надежности результатов; комплексным применением взаимодополняющих измерительных методов.

Сформулированные Назарзода Х.Х. выводы логично основываются на приведенных в диссертации литературных данных и результатах собственных исследований.

По результатам исследований опубликовано 74 научных работ, из них 17 в журналах, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан. Получено 5 малых патентов Республики Таджикистан.

Диссертационная работа представляет собой рукопись объемом 310 страниц, состоит из введения и пяти глав, посвященных обзору литературы, синтезу висмутидов РЗЭ, результатам исследования электрофизических, магнитных свойств и их обсуждению, выводов и приложения, включающего патенты, таблицы расчета дифрактограмм, акт испытаний и акт использования результатов исследования в учебном процессе. Диссертационная работа иллюстрирована 146 рисунками, 42 таблицами и 42 страницами приложений. Список использованной литературы включает 271 наименование.

Во введении обосновывается актуальность темы, изложены цель и научная новизна диссертации, практическая ценность и ее структура.

Первая глава диссертации по традиции посвящена анализу известных в литературе данных и касается сведений по диаграммам состояния систем, методам получения, электрофизическим, магнитным, теплофизическим и химическим свойствам сплавов и соединений систем РЗЭ – висмут. В обзоре представлена информация о всех формульных типах висмутидов. Нельзя не согласиться с автором работы в том, что мало изученность висмутидов РЗЭ,

отличных от эквиатомного состава, объясняется слабой обоснованностью методик синтеза достаточно чистых и гомогенных образцов.

Выбор задачи исследования автором работы обоснован вполне убедительно. Твердые растворы систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$) и $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), не исследованы. На их основе возможно создание новых материалов с важными физико-химическими характеристиками, в частности, магнитными.

Во второй главе диссертационной работы приведены методики синтеза твердых растворов, антимонидов $LnSb$, Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), висмутидов $LnBi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$) и Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), разработанных автором работы, а также методики физико-химических исследований.

При отработке методики синтеза, установления фазового состава и структуры сплавов применены дифференциальный термический, рентгенофазовый и микроструктурный анализ, определение плотности и твердости.

Проведенные исследования по синтезу твердых растворов позволили автору диссертационной работы выявить механизм их образования. Это дало возможность разработать два способа получения висмутидов и твердых растворов прямым взаимодействием РЗЭ сурьмы и висмута, а также посредством предварительно синтезированных антимонидов Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), висмутидов Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$) и Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$). Следует отметить, что в диссертационной работе предпочтение отдано методу синтеза твердых растворов посредством предварительно синтезированных антимонидов и висмутидов.

Третья глава диссертационной работы посвящена исследованию диаграмм состояния систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$,

Yb), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$), $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) и концентрационным зависимостям удельного электросопротивления, термо-э.д.с и микротвердости твердых растворов данных систем.

Исследования диаграмм состояния указанных систем позволили выявить закономерность в их строении, проявляющая в их однотипности и образовании в них изоструктурного ряда твердых растворов $Gd_{4-x}Ln_xSb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$; $x=0.4\div3.6$), $Tb_{4-x}Dy_xSb_3$; ($x=0.4\div3.6$), $Gd_{4-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$; $x = 0.4\div3.6$), $Gd_{4-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$; $x = 0.4\div3.6$, $y = 0.3\div2.7$), $Gd_{5-x}Sb_{3-y}Ln_xBi_y$ ($Ln = Pr, Nd$; $x = 0.5\div4.5$; $y = 0.3\div2.7$), $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5\div4.5$). Можно согласиться с мнением Назарзода Х.Х. в том, что основным фактором, определяющим образование твердых растворов в исследованных системах, является геометрический фактор – размерный и структурный. Согласно размерному фактору – фактору Юм - Розери твердые растворы образуются при условии, если атомные радиусы компонентов разнятся менее, чем на 13-14%. Структурный фактор требует подобия или близость строения кристаллических структур компонентов.

Установлена корреляция концентрационной зависимости электрофизических свойств (удельное электросопротивление и термо- э.д.с.) твердых растворов с соответствующими им системами.

Четвертая глава диссертационной работы включает результаты исследования электрофизических свойств твердых растворов систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$), $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$), $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), сплавов и соединений систем $Ln - Bi$ ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb$).

Выявлено, что как исходным компонентам – антимонидам Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$) висмутидам Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb$), Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), сплавам и соединениям систем $Ln - Bi$

(Ln = Pr, Nd, Gd, Tb), так и твердым растворам вышеуказанных систем, свойственна металлическая проводимость. Об этом свидетельствуют значения удельного электросопротивления антимонидов, висмутидов и твердых растворов при 298 К и их линейное изменение в диапазоне температур 298-773 К.

Установлено, что антимониды, висмутиды, твердые растворы, сплавы и соединения систем Ln–Bi (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb) по электрической проводимости занимают промежуточное положение между проводниками и полупроводниками. Относительно низкую электропроводность, проявляемую антимонидами, висмутидами и твердыми растворами, с точки зрения существующей теории, в диссертационной работе объясняется вкладом магнитной составляющей удельного электросопротивления в общее удельное электросопротивление и влиянием ионной химической связи.

В пятой главе диссертационной работы приведены результаты исследования магнитных свойств антимонидов Ln_4Sb_3 (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb), твердых растворов систем $\text{Gd}_4\text{Sb}_3 - \text{Ln}_4\text{Sb}_3$ (Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb), $\text{Tb}_4\text{Sb}_3 - \text{Dy}_4\text{Sb}_3$, $\text{Gd}_4\text{Bi}_3 - \text{Ln}_4\text{Bi}_3$ (Ln = Pr, Nd, Tb), $\text{Gd}_4\text{Sb}_3 - \text{Ln}_4\text{Bi}_3$ (Ln = Pr, Nd, Tb, Yb), $\text{Gd}_5\text{Sb}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ (Ln=Pr, Nd), висмутидов Ln_5Bi_3 (Ln=Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu), твердых растворов систем $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ (Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu) и сплавов систем Ln – Bi (Ln = Pr, Nd, Gd, Tb) в диапазоне температур 298 -773 К.

Установлено, что молярная магнитная восприимчивость висмутидов и твердых растворов во всем диапазоне температур следует закону Кюри-Вейсса свойственного парамагнитным веществам. Это дало право Назарзоду Х.Х. считать, что магнетизм висмутидов и твердых растворов, также, как и в РЗЭ, определяется взаимодействием РККИ (Рудермана-Киттеля-Касуи-Иосиды).

Исключение составляют сплавы системы Gd – Bi диапазона концентраций 10, 20, 30, 37.5, 42.86 ат. % Bi, которые при температурах 353, 393, 434, 453 и 498 К, соответственно, не подчиняются закону Кюри-Вейсса.

Как считает Назарзода Х.Х., можно предположить, что магнитные свойства Gd_4Bi_3 , в отличие от магнитных свойств Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb$), определяются особенностью его магнитной структуры, которую в дальнейшем можно выявить, например, методами нейтронографии, ядерного магнитного резонанса и ядерного гамма - резонанса.

Относительно высокие значения парамагнитных температур Кюри твердых растворов Назарзода Х.Х. можно объяснить относительно высокой энергией обмена между ионами Gd-Gd и ионами Gd-Ln ($Ln = Tb, Dy$) поскольку, как показано выше, в антимонидах Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Yb$), в висмутидах Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Yb$) и Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) и во всех полученных твердых растворах с увеличением в них концентрации ионов гадолиния, тербия и диспрозия наблюдается заметный рост парамагнитной температуры Кюри.

Таким образом, в диссертационной работе решена важная техническая задача. Впервые получены и исследованы новые магнитные материалы - твердые растворы систем $Gd_4Sb_3 - Ln_4Sb_3$ ($Ln = Pr, Nd, , Tb, Dy, Yb$), $Tb_4Sb_3 - Dy_4Sb_3$, $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb$), $Gd_4Sb_3 - Ln_4Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$) и $Gd_5Sb_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Pr, Nd$), парамагнитная температура которых выше парамагнитной температуры Кюри исходных компонентов-антимонидов Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Dy, Yb$) и висмутидов Ln_4Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Tb, Yb$) и Ln_5Bi_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$).

Материал диссертации логично и последовательно изложен, хорошо иллюстрирован, выводы достаточно обоснованы. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

В автореферате диссертации изложены основные положения и выводы, показан вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследования, обсуждены полученные данные. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

По диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В диссертационной работе очень скупо освещается погрешность измерений, ограничиваясь лишь общей относительной погрешностью измерений магнитной восприимчивости, удельного электросопротивления и термо-э.д.с.
2. В диссертационной работе не указано, как определяли значение магнитного поля при изучении магнитных свойств висмутидов и твердых растворов.
3. Из диссертации не ясно, чем объясняется рост парамагнитной температуры Кюри твердых растворов с увеличением концентраций гадолиния, тербия и диспрозия?
4. С какой целью синтезировали моноантимониды и моновисмутиды?
5. В чем заключается смысл энергии обмена?
6. Какую роль играют электроотрицательности РЗЭ, сурьмы и висмута при образовании твердых растворов?
7. Желательно было бы в диссертации оценить энергию кристаллических решеток, полученных сплавов.

Подводя итог анализу представленной диссертации, считаю необходимым отметить, что указанные замечания не снижают достоинств работы и ее общей положительной оценки. Автором проделана большая и очень трудоемкая работа, получен большой фактический материал.


В целом, диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития химических и технических наук.

Диссертационная работа соответствует паспорту **специальности 05.02.01 – Материаловедение (в электротехнике)**, согласно пунктам 1-4.

По своему содержанию, объему, актуальности, теоретической и практической значимости диссертационная работа Назарзода Хайрулло Холназара отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», ВАК при Президенте Республики Таджикистан,

утвержденное Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016 г., предъявляемым к докторским диссертациям, а соискатель вполне достоин присуждения ему искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.01 – материаловедение (в электротехнике).

Официальный оппонент:

доктор химических наук, профессор,
проректор по науке и инновациям ТНУ  Сафармамадзода С. М.

Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе,

проспект Рудаки 17, к. 19

Тел.: (+992) 938 270 404;

E-mail: ilm-dmt@mail.ru

Подпись д.х.н., профессора Сафармамадзода С. М. заверяю:

Начальник управления кадрами ТНУ  Тавкиев Э.Ш.



10.04.2021